ZEITSCHRIFT

DES

VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE.

Unter besonderer Mitwirkung

von

Dr. E. F. Dürre,
ordentl. Professor der Hüttenkunde und Probirkunst
am Polytechnicum in Aachen

Dr. K. List,
Lehrer der Chemie und chemischen Technologie an der
Provinzial-Gewerbeschule in Hagen

und

H. Ludewig,
ordentl. Professor der Maschinenbaukunde an der königl.
polytechnischen Schule in München

R. R. Werner,
ordentl. Professor der Maschinenbaukunde an der grossherzogl.
polytechnischen Schule in Darmstadt.

Redigirt

von

R. Ziebarth,
Civil-Ingenieur in Berlin.

Band XXI.
(Einundzwanzigster Jahrgang.)
1877.

Mit 31 lithographirten Tafeln im Atlas, 19 Blatt Zeichnungen im Text und 54 Holzschnitten.

Berlin.
Selbstverlag des Vereines.
Commissions-Verlag von Rudolph Gaertner.
Mohren-Strasse 13/14.

Namenregister.

(Die in Klammern beigesetzten Zahlen bezeichnen die Nummer der zugehörigen Tafel oder des Textblattes. B. bedeutet ein besprochenes Werk, W vor der Seitenzahl die Wochenschrift.)

Sachregister.

(M. A. bedeutet, dass der Artikel mit Abbildungen auf einer Tafel oder mit Figuren auf einem Blatte im Texte; M. H. bedeutet, dass er mit Holzschnitten im Texte versehen ist. B. bedeutet ein besprochenes Werk, W vor der Seitenzahl die Wochenschrift.)

ZEITSCHRIFT
DES
VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE.

1877. **Band XXI. Heft 1.** **Januarheft.**

Abhandlungen.

Ueber das Hirn'sche Gesetz.

Von Dr. **Gustav Zeuner.**

Die Abhandlung des Hrn. Dr. Weyrauch „Von den überhitzten Dämpfen", welche sich auf den ersten Seiten des Jahrganges 1876 d. Z. findet, hat die Anregung zu den folgenden Zeilen gegeben, die vor Allem den Zweck haben, gewissen Missverständnissen vorzubeugen, welche die Bemerkungen Weyrauch's über das Hirn'sche Gesetz hervorrufen könnten; zugleich benutze ich die Gelegenheit, meine Ansicht über die Weyrauch'sche neue Zustandsgleichung der überhitzten Wasserdämpfe auszusprechen. Bereits in der ersten Auflage seines Werkes „Exposition analytique et expérimentale de la Théorie mécanique de la chaleur" (1862) hat Hirn einen Satz ausgesprochen, auf den derselbe auch in der zweiten und dritten Auflage seines Buches (1865 und 1875) wieder zurückkommt, und für welchen er mehrere Beweise liefert.

Der Satz lautet folgendermassen:

„Wenn irgend ein gesättigter oder überhitzter Dampf vom Druck p_2 und dem specifischen Volumen v_2, ohne äussere Arbeit zu verrichten (und ohne Mittheilung oder Entziehung von Wärme), auf das Volumen v_1 expandirt und der Enddruck p_1 ist, so besteht annähernd die Beziehung:

$$p_2 v_2 = p_1 v_1 \quad \ldots \ldots \quad (1)$$

oder genauer, aber immer noch als Näherungsausdruck:

$$p_2(v_2 - v_0) = p_1(v_1 - v_0) \quad \ldots \quad (2)$$

wobei v_0 eine dem betreffenden Dampfe entsprechende Constante und zwar das Volumen bedeuten soll, auf das man gelangt, wenn man sich die kleinsten Theilchen dicht an einander gelagert denkt."

Die angenommene Art der Expansion kann man auf verschiedene Weise bewerkstelligen, und Hirn, dieser ausgezeichnete Experimentator, legt auch seinen theoretischen Untersuchungen einen sinnreich erdachten, wenn auch nicht wirklich ausgeführten Apparat zu Grunde.

Man hat es mit dem genannten Fall auch zu thun, wenn ein mit Dampf gefülltes Gefäss mit einem luftleeren in Verbindung gesetzt wird; nach der Ausbreitung des Dampfes und wenn der Gleichgewichtszustand wieder eingetreten ist (denn man hat hier einen nicht umkehrbaren Process vor sich), soll also nach Hirn näherungsweise, wenn wir obige Gleichung (1) zu Grunde legen, im Anfang und am Ende des Processes das Product aus Druck und Volumen gleich sein. Da nun andererseits weder Wärmemittheilung noch eine Arbeitsleistung stattfand, so ist bei solchem Processe auch die innere Arbeit U am Ende wieder die anfängliche, und daraus schliesst Hirn, dass die innere Arbeit des Dampfes als eine Function des Productes pv anzusehen sei, es wäre also näherungsweise:

$$U = F(pv).$$

So weit Hirn. Die letzte Formel ist der mathematische Ausdruck des Hirn'schen Gesetzes. Drücke ich die innere Arbeit in Wärme aus, so wäre dann auch, wenn ich auf Hirn's Satz weiter baue, der Werth J, den ich die Dampfwärme genannt habe:

$$J = f(pv) \quad \ldots \ldots \quad (3)$$

wobei F und f Functionszeichen sind und pv als Product gilt.

Nun habe ich in meiner Abhandlung „Theorie der überhitzten Wasserdämpfe" in Band XI, S. 1 d. Z. den Nachweis zu führen gesucht, dass sich die Dampfwärme durch den Ausdruck:

$$J = J_0 + \frac{A}{\varkappa - 1} pv \quad \ldots \ldots \quad (4)$$

in welchem J_0 eine constante Grösse ist und A und $\varkappa$ die bekannte Bedeutung haben, darstellen lasse. Von dieser Formel habe ich gesagt, dass sie das Hirn'sche Gesetz ausspreche, und dass demnach die Veränderung der inneren Arbeit oder der Dampfwärme der Veränderung des Productes pv proportional sei. Diese Proportionalität hat aber Hirn nicht behauptet und wenn ich ihm in meiner Abhandlung diese Behauptung beilege, so beruht dies auf einem Missverständniss meinerseits. Die erste Arbeit Hirn's vom Jahre 1862, die mir bei Abfassung meiner Abhandlung allein vorlag, ist

schwer verständlich, und erst aus den späteren Arbeiten Hirn's ist mir die Verschiedenheit in unseren Ansichten, wie sie aus den obigen beiden Gleichungen (3) und (4) hervortritt, deutlich geworden. Wenn daher Dr. Weyrauch in der Einleitung zu seiner Abhandlung die gänzliche Unzulässigkeit des Hirn'schen Gesetzes nachzuweisen sucht, so meint er damit meine Darlegung der Sache, also obige Gleichung (4) und Hirn's eigentlicher und allgemeiner gehaltener Satz (3) wird durch eine Discussion der von Weyrauch angeregten Frage in keiner Weise berührt.

Ich muss nun aber den Satz auch in der von mir gegebenen, einfacheren Form (Gl. 4) zunächst noch vollständig aufrecht erhalten, da ich mich mit der Beweisführung Weyrauch's keineswegs einverstanden erklären kann.

Zuerst will ich aber noch auf Tab. 3 meiner Abhandlung (a. a. O. S. 56) hinweisen, die Weyrauch nicht erwähnt, und die zwischen den nach Gl. 4 berechneten Zahlenwerthen der Dampfwärme J und den Werthen, auf welche die Regnault'schen Versuchsresultate nach der mechanischen Wärmetheorie führen, gerade für die gesättigten Wasserdämpfe auf eine Uebereinstimmung führen, die kaum etwas zu wünschen übrig lässt; die Differenzen sind nicht grösser als diejenigen, welche sich herausstellen, wenn man nach den Regnault'schen empirischen Formeln die Werthe der Gesammtwärme oder der Verdampfungswärme berechnet und mit deren Versuchswerthen vergleicht. Es ist mir daher rein unerklärlich, dass Dr. Weyrauch behaupten kann, die obige Gl. (4) treffe in der Nähe des Sättigungspunktes auch nicht einmal angenähert zu.

Nun zu dem Beweise. Hier zieht Weyrauch noch zwei andere, von mir herrührende empirische Formeln heran; die eine ist die Gleichung der Grenzcurve des Wasserdampfes

$$p s^n = D \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

in welcher s das spec. Volumen des gesättigten Dampfes vom Drucke p repräsentirt, und n und D von mir gegebene constante Grössen sind.

Die andere Gleichung ist die, welche die innere, latente Wärme ϱ des gesättigten Dampfes von der Temperatur t giebt, nämlich

$$\varrho = 575{,}4 - 0{,}791 \, . \, t \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

Von diesen Formeln und selbst daraus abgeleiteten Differentialquotienten macht nun Weyrauch den ausgedehntesten Gebrauch, betrachtet insbesondere vorstehende Gleichungen (5) und (6) wie theoretisch begründete und überschreitet weit die Grenzen, die ich für diese meine eigenen empirischen Formeln eingehalten sehen möchte.

Vor Allem ist es die Gleichung (5) der Grenzcurve, die mit Vorsicht zu benutzen ist und die ich auch nur gegeben habe, weil sie rasch und auf leichte Weise, ohne die Kenntniss der Temperatur vorauszusetzen, einen angenäherten Werth des specifischen Volumens des gesättigten Wasserdampfes gewinnen lässt; diese empirische Formel aber schon bei Aufsuchung der Zustandsgleichung der überhitzten Dämpfe oder bei der Beurtheilung derartiger Untersuchungen, wie es von Weyrauch geschieht, heranzuziehen, hat deshalb keine Berechtigung, weil ja die aufzufindende Gleichung, die auch für die Sättigung noch giltig sein muss, für diesen Zustand von selbst in eine Gleichung der Grenzcurve übergehen muss. Ich habe daher auch im Haupttheile meiner Abhandlung von Gl. (5) gar keinen Gebrauch gemacht, die Formel gar nicht erwähnt, auch weil ich ihr einen untergeordneten Werth beilege; Weyrauch dagegen zieht sie heran, benutzt die aus derselben hervorgehenden Werthe der Differentialquotienten $\frac{dp}{dt}$ und $\frac{ds}{dt}$ und sagt dann, dass meine eigenen Entwickelungen für die specifische Wärme des Wasserdampfes bei constantem Drucke (c_p), die ich constant setzte, einen variablen Werth ergeben. Weiterhin wird dann die Clausius'sche Temperaturfunction h unter meinem Namen nach einer Formel berechnet, die ich gar nicht gegeben habe, und dann vergleicht Weyrauch weiter die erhaltenen Werthe mit den genauen, wobei unter den genauen Werthen diejenigen verstanden sind, die man erhält, wenn man in der betreffenden Formel von Clausius für die Verdampfungswärme r die empirische Formel von Regnault bei der Berechnung benutzt. Endlich und zwar gleich im Anfange seiner Darlegungen verbindet Weyrauch die oben gegebenen Gleichungen (4), (5) und (6) und aus denselben abgeleitete Differentialquotienten mit einer Fundamentalgleichung der mechanischen Wärmetheorie, um den Nachweis zu liefern, dass die von ihm mit C bezeichnete Grösse sich bei dem gesättigten Wasserdampfe ausserordentlich stark mit dem Drucke ändere, während sie doch, wenn Gl. (4) richtig wäre, eine Constante sein müsse. Diese Grösse C ist übrigens nichts Anderes als der Werth $\frac{\varkappa - 1}{A}$ meiner obigen Formel (4); vom Factor von pv der genannten Formel wird also von Weyrauch der reciproke Werth in der Tabelle (Bd. XX, S. 6) eingesetzt, wol nur deshalb, um die unerhörten Abweichungen der Ergebnisse seiner in meinen Annahmen ruhenden Formel von der Wahrheit schroffer hervortreten zu lassen. Betrachtet man aber die Formel, welche Weyrauch für sein C giebt, genauer, so erkennt man, dass die geringsten Aenderungen in den Constanten meiner empirischen Formeln eine wesentliche Aenderung der Werthe seiner Tabelle hervorbringen müssten, und dass schon der ganze Bau der Formel ein Zusammenwerfen nicht zusammen gehöriger Grössen documentirt. Auch dass Weyrauch seine Tabelle bis auf die äussersten Druckgrenzen von 0,1 und 14 Atm. Dampfdruck ausdehnt, ist, seinen Zweck ins Auge gefasst, nicht zu billigen; das ist wol erlaubt, wenn man empirische Formeln begründen und ihren Werth nach ihrem Verhalten nach den äussersten Grenzen hin darlegen will; es ist aber nicht erlaubt beim Angriff; hier kann der Angegriffene mit Recht verlangen, dass in solchem Tabellenwerk die

Grenzen nicht überschritten werden, für welche die Regnault'schen Formeln noch als zuverlässig und mit dessen bewundernswürdigen Versuchen noch im Einklang stehend betrachtet werden können. Bekanntlich liegen diese Grenzen nicht sehr weit auseinander und wenn man daher, was mit voller Berechtigung geschehen darf, die äusseren Columnen der Weyrauch'schen Tabelle streicht, so verlieren die Belege für seine Behauptungen allein schon sehr bedeutend an Werth und auch die Genauigkeit der von ihm als „genau" bezeichneten Werthe der Temperaturfunction h wird an den Grenzen hinfällig. Die Haupteinwendung, die ich gegen die Weyrauch'schen Darlegungen erhebe, liegt aber in dem vorher Erwähnten; wenn man schon bei der Einführung einer empirischen Formel in theoretisch begründete Fundamentalgleichungen mit Vorsicht vorgehen muss und den Zweck ihrer Aufstellung und die Grenzen ihrer Anwendbarkeit dabei nicht aus den Augen verlieren darf, so ist diese Vorsicht noch weit mehr geboten, wenn man drei derartige Formeln zugleich in Betracht zieht, wie es von Weyrauch geschieht. Ich habe in meinen Schriften sattsam nachgewiesen, dass jede einzelne dieser Formeln ihrem speciellen Zweck entspricht und die entsprechenden Versuchsresultate in vollkommen befriedigender Weise wiedergiebt; in letzterer Beziehung betrachte ich die Formeln als gleichwerthig. Wenn nun Weyrauch die obigen Gleichungen (5) und (6) als voll begründet ansieht und damit die Unhaltbarkeit von Gl. (4) nachweist, so ist das auf die Weise geschehen, dass er alle Mängel der beiden ersten Formeln, Mängel, wie sie jeder empirischen Formel anhaften, auf eine Gleichung zusammenhäuft. Es ist daher nicht zu verwundern, wenn diese Formel schliesslich den an sie zu stellenden Anforderungen nicht mehr entspricht. Ich muss daher wiederholen, dass ich die Beweisführung Weyrauch's nicht als richtig und zulässig betrachte und die betreffende Formel aufrecht erhalte, bis andere Beweise für ihre Unhaltbarkeit geliefert werden. Wird der Beweis erbracht, dann wird freilich der grösste Theil meiner Untersuchungen über überhitzte Wasserdämpfe hinfällig; ich bin aber darüber wenig besorgt; bei der grossen Uebereinstimmung, welche, wie ich gezeigt habe (a. a. O.), die Werthe der angegriffenen Formel mit den Werthen zeigen, die direct unter Anwendung der Regnault'schen Formeln von mir gewonnen wurden, dürfte selbst dann noch die Gleichung als Näherungsformel brauchbar erscheinen.

Nun noch einige Bemerkungen über die neue Zustandsgleichung Dr. Weyrauch's.

Die Zustandsgleichung für überhitzte Wasserdämpfe habe ich (a. a. O.) von folgender Form gefunden:

$$pv = B\left(T - \beta p^{\frac{\varkappa-1}{\varkappa}}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

Hierbei sind p, v und T bezw. Druck, specifisches Volumen und absolute Temperatur des Dampfes und B, β und $\varkappa$ constante Grössen, deren Bedeutung und Werthe hier nicht weiter in Betracht fallen.

Denkt man sich denselben Dampf bei gleichem Druck im Sättigungszustand und bezeichnet man das specifische Volumen mit s und die Temperatur mit T', so folgt auch:

$$ps = B\left(T' - \beta p^{\frac{\varkappa-1}{\varkappa}}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

eine Gleichung der Grenzcurve, die ich auch gegeben und benutzt habe.

Subtrahirt man die eine Gleichung von der anderen, so folgt:

$$p(v-s) = B(T-T') \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

und dies ist nun auch schon die Zustandsgleichung, die Weyrauch aufgestellt hat.

Ich habe jederzeit meine Gleichung (7) als eine Näherungsformel erklärt und erhebe keinen Einwand, wenn Jemand die Weyrauch'sche Formel als das wahre Gesetz ansehen will, denn die Uebereinstimmung, welche beide Formeln zeigen, wenn man eine in beiden vorkommende Grösse z. B. das specifische Volumen v numerisch bestimmt, ist eine sehr grosse; ich müsste mich daher nur freuen, mit meiner Näherungsformel dem Ziele so nahe gekommen zu sein.

So einfach die neue Formel nun aber auch erscheint, so unbequem ist sie für den Gebrauch bei numerischen Rechnungen, da sie die Kenntniss des specifischen Volumens und der Temperatur des gesättigten Dampfes von gleichem Druck voraussetzt, wenn beispielsweise nur das specifische Volumen oder die Temperatur des überhitzten Dampfes berechnet werden sollte; die Formel kann ohne Dampftabellen gar nicht benutzt werden.

Bei den zahlreichen technischen Problemen, bei denen das Verhalten der überhitzten Dämpfe in Betracht zu ziehen ist und die ich in meinen Arbeiten ganz vorzugsweise im Auge hatte, von denen ich auch eine ganze Reihe näher untersucht habe, ist die Weyrauch-sche Formel geradezu unbrauchbar; wollte man sie unter Verwerfung meiner Gleichung annehmen, so würde uns der Boden unter den Füssen weggezogen, und wir befänden uns bezüglich der genannten Probleme nahe wieder beim Ausgangspunkte. Weyrauch unterlässt daher auch jedes nähere Eingehen auf die bezeichneten, für den Techniker z. Th. brennenden Fragen und behandelt am Schlusse seiner Abhandlung nur das Problem der gemischten Dämpfe, das ich übrigens unter Gewinnung derselben Formeln bereits 1867 im „Civilingenieur" Bd. XIII, S. 343 gelöst habe.

Endlich sei noch bemerkt, dass man sich durch die Einfachheit der Form der Weyrauch'schen Gleichung nicht bestechen lassen darf. Auf dem gleichen Wege, wie Weyrauch seine Gleichung aus meinen Formeln durch einfache Subtraction findet, kann man aus der bekannten Hirn-Schmidt'schen Zustandsgleichung auch die neue, ebenso einfache Formel

$$(p-p')v = B(T-T')$$

ableiten, wenn man unter p' und T' Druck und Temperatur des gesättigten Dampfes versteht, der gleiches Volumen mit dem überhitzten Dampfe (p, T) hat.

Dresden, October 1876.

Die Maximalmomentencurve beweglicher fest mit einander verbundener Einzellasten.

Von Dr. **W. Stahl** in Aachen.

Es soll in dem Folgenden die Maximalmomentencurve eines Systems fest verbundener Einzellasten untersucht werden, unter der Voraussetzung, dass sich dasselbe über einem auf zwei Stützen frei aufliegenden Träger bewegt. Zu diesem Zwecke möge bei irgend einer Stellung des Lastsystems zunächst ein Seilpolygon mit horizontaler Schlusslinie construirt sein. Bei Bewegung des Lastsystems wird unter Beibehaltung der Schlusslinie und der der Construction zu Grunde gelegten Poldistanz das Seilpolygon sich verändern. Die einhüllende Curve dieses Seilpolygons ist dann die sogenannte Maximalmomentencurve. Wir werden zeigen, dass die Bewegung des Seilpolygons in folgender Art stattfindet:

1) Jeder Endpunkt des Seilpolygons bewegt sich auf einer Parabel; alle diese Parabeln sind unter einander congruent und gleich gerichtet.
2) Jede Seite des Seilpolygons dreht sich um einen festen Punkt, und zwar ist dieser Punkt der Schnittpunkt der beiden Parabeln, in welchem sich die Eckpunkte dieser Seite bewegen.

Die einhüllende Curve ist demnach zusammengesetzt aus einer Reihe congruenter Parabeln, deren Construction sehr einfach ist. Alles dieses gilt natürlich unter der Annahme, dass stets alle Lasten des Systems zur Wirkung kommen.

I.

Um diese Sätze zu beweisen, schicken wir einige Betrachtungen über congruente gleichgerichtete Parabeln voraus.

Alle in Betracht kommenden Parabeln sollen dieselbe Axenrichtung haben und nach derselben Seite convex sein, d. h. sie sollen gleichgerichtet sein.

Es ist dann leicht einzusehen, dass zwei congruente Parabeln sich nur in einem einzigen im Endlichen liegenden Punkte schneiden können; woraus wir schliessen, dass die beiden Parabeln im Unendlichen drei auf einander fallende Schnittpunkte besitzen. Alle congruente Parabeln, die durch einen im Endlichen liegenden Punkt gehen, bilden ein Curvenbüschel. Daher schliesst man, dass zwei gleichgerichtete Parabeln, welche nur einen Punkt im Endlichen gemein haben, einem solchen Büschel angehören und deshalb unter einander congruent sind.

Es kann demgemäss aus einer gegebenen Parabel eine zu ihr congruente in folgender Weise entstehen (Fig. 1):

Die gegebene Parabel $SAB\ldots$ ist der Durchschnitt des Strahlenbüschels S mit dem zu ihm projectivischen Parallel-Strahlenbüschel, dessen Richtung mit der Axenrichtung der Parabel übereinstimmt. Dieser Parallel-Strahlenbüschel wird um eine bestimmte Strecke verschoben, ohne dass seine Richtung sich dabei ändert. Er bleibt dann projectivisch zu S und erzeugt mit diesem Büschel eine zweite gleichgerichtete Parabel $SA'B'\ldots$, welche mit der ersten Parabel nur den Punkt S gemein haben kann und also mit ihr congruent ist. Wird dem

Fig. 1

Büschel S nur auch irgend eine Parallelverschiebung mitgetheilt, so werden die beiden verschobenen Büschel eine mit der gegebenen Parabel congruente Parabel liefern; da diese zweifache Verschiebung stets zurückgeführt werden kann auf eine Parallelverschiebung des Parallel-Strahlenbüschels und eine in der Richtung der Axe ausgeführte Parallelverschiebung des Büschels S. Daher folgender Satz:

Theorem 1.

Werden ein Parallel-Strahlenbüschel und ein gewöhnliches Strahlenbüschel, die projectivisch so auf einander bezogen sind, dass sie eine Parabel erzeugen, beliebigen Parallelverschiebungen ausgesetzt, so ist der Durchschnitt derselben eine der ersten Parabel congruente und gleichgerichtete Parabel.

Theorem 2.

Es mögen zwei congruente gleichgerichtete Parabeln mit dem Schnittpunkte S gegeben sein (Fig. 2), so lassen sich die Punkte derselben projectivisch so auf einander beziehen, dass entsprechende Punkte A und $A_{\prime}$ auf einem durch S gehenden Strahle liegen. Diese Punkte projiciren wir von dem gemeinschaftlichen unendlich fernen Punkte beider Parabeln durch zwei projectivische Strahlenbüschel, welche denselben Träger

Fig. 2

besitzen und die unendliche ferne Gerade, aber nur diese, entsprechend gemein haben. Nach einem Satze der Geometrie der Lage ist deshalb der Abstand der Strahlen a und $a_{,}$ constant für jede Lage der Punkte A und $A_{,}$.

Zieht man ferner eine beliebige Transversale, welche die erste Parabel in den Punkten M und O, die zweite in den Punkten N und P trifft und zieht man durch diese Punkte die Linien m, o, n, p parallel der Axe der Parabel, so ist der Abstand der Strahlen m und n vergrössert um den Abstand der Strahlen o und p gleich dem Abstande der Strahlen a und $a_{,}$.

In der That, die zur Axenrichtung durch S parallel gezogene Gerade möge die Transversale treffen in dem Punkte G; es möge ferner $AA_{,}$ parallel der Transversale sein, und die Linien a und $a_{,}$ mögen die Transversale treffen in den Punkten L und F. Dann ist sofort ersichtlich:

$$ML = GO \text{ und } NG = FP,$$

daher

$$LF = MN + OP,$$

was zu beweisen ist.

II.

Wir gehen nun über zur Betrachtung der Momentencurve eines beweglichen Lastsystems.

Es sei in dem Linienzuge $APQRB$ das Seilpolygon für eine Stellung des Lastsystems PQR gegeben (Fig. 3). Der Schnittpunkt der Linien AP und BR ist der Angriffspunkt der Resultanten K des Lastsystems. Bei Verschiebung des Systems wird unter Beibehaltung der Schlusslinie AB und der Poldistanz der Punkt K bekanntlich eine Parabel beschreiben, welche durch A und B geht und deren Axenrichtung mit der Richtung

Fig. 3.

der Schwere zusammenfällt. Der Punkt R entsteht als Schnitt des Strahles BK mit einer Verticalen, welche um den constanten Abstand der Verticalen R und K von K entfernt bleibt. Nach dem Theorem 1 beschreibt daher R eine Parabel, welche der Parabel des Punktes K congruent ist. Diese Parabel geht durch den Punkt B und durch den Punkt R' der Geraden AB, dessen Abstand von der Verticalen A gleich ist dem Abstande der Verticalen R und K.

Aehnliches gilt für die Bewegung des Punktes P. Er beschreibt eine Parabel, die congruent der Parabel K ist und welche durch den Punkt A und P' der Geraden AB geht. Es ist der Abstand des Punktes P' von B gleich dem Abstande der Verticalen K und P. Es folgt daher weiter, dass $AR' + P'B$ gleich dem Abstande der Verticalen P und R ist. Sei nun S der Schnittpunkt der Parabeln P und R, so ist nach dem zweiten Theorem einleuchtend, dass die Linie PR stets durch den Punkt S geht.

Wir betrachten ferner die Bewegung eines anderen Eckpunktes des Seilpolygons, etwa des Punktes Q.

Es sei M der Schnittpunkt der Geraden PR mit der Verticalen Q, so wird bei der Bewegung der Lasten MQ constant bleiben, und es werden die Horizontalprojectionen von PM und RM sich nicht ändern können. Der Punkt Q kann daher als Schnitt folgender Geraden erhalten werden. Die erste Gerade geht durch den festen Punkt S', der vertical unter S um MQ entfernt ist, und ist parallel zu der Linie PR. Die zweite Gerade ist vertical und von der Verticalen P stets um den constanten Abstand der Verticalen P und Q entfernt. Nach dem ersten Theorem beschreibt daher der Punkt Q eine Parabel congruent der Parabel des Punktes P.

Sind nun G und F die Schnitte der Parabel Q mit der Linie PR, so folgt, weil $S'Q$ und PR parallele Sehnen der Parabel sind:

$$GM = SF$$

$$\text{oder } PG + SF = PG + GM = PM,$$

d. h. der Abstand der Verticalen P und G vermehrt um den Abstand der Verticalen S und F ist gleich dem constanten Abstand der Verticalen P und Q.

Nach dem zweiten Theorem ist somit klar, dass die Linie QP sich dreht um den Schnittpunkt der Parabeln Q und P. In derselben Weise zeigt man, dass die Linie QR sich dreht um den gemeinschaftlichen Punkt der Parabeln Q und R. Ist ausser der Last Q noch eine beliebige andere T in dem Lastsystem vorhanden, so steht der Punkt T mit den Punkten R und P oder auch mit den Punkten R und Q in derselben oben benutzten Beziehung, in welcher Q zu den Punkten R und Q gestanden hat.

Wir folgern hieraus:

Das Seilpolygon eines beliebigen Lastsystems bewegt sich so, dass jeder Eckpunkt oder auch der Schnittpunkt irgend welcher Diagonalen oder Seiten auf einer Parabel hingleitet. Alle diese Parabeln sind einander congruent und gleichgerichtet. Eine Seite oder eine Diagonale des Seilpolygons dreht sich um einen festen Punkt, durch welchen auch die Parabeln aller auf dieser Linie liegenden Punkte gehen.

Ich bemerke, dass durch diese Parabeln und durch eine beliebig gewählte Lage des Seilpolygons eine interessante reciproke Verwandtschaft der zweiten Ordnung

bestimmt ist. Jedem Punkte des Seilpolygons ordnen wir die Parabel zu, welche er bei der Bewegung des Seilpolygons beschreiben würde; jeder Seite des Polygons den Punkt, um welchen sie sich drehen würde.

Näher auf diese geometrischen Verhältnisse einzugehen, ist nicht der Zweck dieser Arbeit. Wir wollen hier nur sehen, wie diese Sätze praktisch zu verwerthen sind. Sie lassen sich zur Construction der Maximalmomentencurve insbesondere mit Vortheil verwenden, wenn nur eine geringe Zahl von Belastungen auf dem Träger ruht.

Nachdem für irgend eine Stellung der Lasten das Seilpolygon construirt ist, lässt sich sofort mit Hilfe des Pascal'schen Satzes allein für jede in Betracht kommende Parabel die sie bestimmende Zahl von Punkten construiren und die Momentencurve einzeichnen. Einige Vorsicht ist anzuwenden, wenn die Lasten eine äussere Grenzstellung angenommen haben, und ein anderes Las system seine Wirkung beginnt. In diesem Falle wi das Parabelnetz durch ein anderes ersetzt werden. E lässt sich aber aus dem Parabelnetze, welches der gröss möglichsten Zahl von Lasten entspricht, leicht dasjenig construiren, welches einem Lastsystem entspricht, d aus dem ersten durch Ueberschieben einer Last üb einen Auflagerpunkt entsteht. Dann hat man diejenige Theile der Parabeln auszuwählen, welche wirklich eine Beitrag zur Momentencurve liefern. Schliesslich kan es eintreten, dass nur stets ein bestimmtes Lastsyste zur Wirkung kommt, aber für dasselbe Grenzstellunge existiren. Dann kann sich die Momentencurve zusan mensetzen aus congruenten Parabeln und geraden Linie welche mit den Seilpolygonseiten für diese Grenzstellun übereinstimmen.

Aachen im Juli 1876.

Beitrag zur Theorie des Universalzirkels von Peaucellier, mit besonderer Berücksichtigung seiner Anwendung als vollkommene Geradführung.

Von **Heinrich A. Hülsenberg**, Ingenieur.

(Hierzu Blatt 1.)

Ein jeder Ingenieur weiss, dass, wie genau man auch das Watt'sche Parallelogramm als Geradführung ausführe, eine vollkommene Geradführung nie erreicht werden kann. Die Curve des sogenannten gerade geführten Punktes ist eben nur eine langgestreckte Curve der Lemniskaten-Kategorie, und hat, wie die Analysis es ergiebt, nicht mehr als drei Punkte mit einer Geraden gemein. Diese Genauigkeit, so behauptete man, sei für praktische Zwecke genügend; denn, wäre selbst die Genauigkeit einer Geradführung vollkommen, es würde die Hand des Arbeiters sich dennoch um so viel irren, dass in Wirklichkeit die Ausführung einer selbst mathematisch genauen Geradführung nur eine Annäherung sei.

Dass diese Logik keine allgemein befriedigende ist, ist dargethan durch die vielfachen Versuche, neue Geradführungen zu erfinden; man braucht nur einen Blick in unsere mechanischen Hilfsbücher zu werfen, um zu lernen, was in dieser, technisch allerdings höchst wichtigen und interessanten Richtung geleistet worden ist. Mathematiker von Fach bemühten sich unausgesetzt um die Erfindung einer Methode, Stangen ohne Zuhilfenahme von Gleitflächen so zusammen zu gliedern, dass bei geeigneter Rotation der Verbindung einer ihrer Punkte in gerader Linie sich bewege, oder mit anderen Worten, kreisförmige Bewegung in geradlinige durch die alleinige Hilfe von Gelenken überzuführen.

Der St. Petersburger Professor Tschebischeff beschäftigte sich zwanzig Jahre lang mit der Frage der Herstellung genauer Geradführungen; und wenn es demselben endlich gelang, eine solche zu erzeugen, welche die Watt'sche an Genauigkeit noch übertraf (denn die Gleichung des sogenannten gerade geführten Punktes ergab, dass nicht weniger als fünf Punkte der Curve und einer Geraden gemeinschaftlich angehörten), s sprach er doch die Ueberzeugung aus, und glaubte selb einen Beweis dafür gefunden zu haben, dass eine ge naue Geradführung in dem verlangten Sinne eine Un möglichkeit sei. So schien denn eine genaue Geradfüh rung in die Classe der Quadrirung eines Kreises u. s. w zu gehören, als eines Tages im Jahre 1871 einer de Zöglinge des St. Petersburger Polytechnicums dem Prof Tschebischeff einen kleinen Apparat zeigte, der be der Drehung um zwei seiner Punkte, einen dritte Punkt in genau gerader Linie sich bewegen liess.

Und zwar bedurfte es nur, wie auch später sic ergeben wird, einer ganz elementaren mathematische Betrachtung, um zu beweisen, dass hier eine richtig Geradführung gefunden worden war. Man kann mi Recht behaupten, dass eine einfache Bewegung auch ei einfaches Gesetz enthalten muss, und dass es mit de Gesetzen elementarer mechanischer Bewegung gerade s ergeht wie mit den in der Natur statthabenden; di Einfachheit ist ihr besonderstes Kennzeichen.

So wichtig erschien diese Erfindung, dass di russische Regierung Hrn. Lipkin auf Veranlassung Tschebischeff's eine lebenslängliche Pension aussetzte; eine Belohnung, die der geistreiche Erfinder sicher verdient hatte, trotzdem sich bald herausstellte, dass Lipkin's Erfindung keine Originalerfindung sei, sondern nur, wie sich in der Geschichte der Erfindungen so häufig zeigt, eine glückliche Wiederholung einer vergessenen ersten Erfindung. Der wirkliche Erfinder war Peaucellier, ein französischer Ingenieurhauptmann, der im Jahre 1864 in den „Nouvelles Annales des Mathématiques", tome III, 2. série, zum ersten Male die Ueberführung der kreisförmigen Bewegung in gerad-

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 6.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 12.

Fig. 3.

Fig. 11.

Fig. 13.

H. A. Hülsenberg:
Beitrag zur Theorie des Universalzirkels von Peaucellier.

Königl. Hof-Lith. v. Herrmann Veit. Berlin. Burgstr. 6.

linige, ohne Zuhilfenahme von Gleitflächen löste; aber merkwürdiges Weise fand diese Abhandlung, trotzdem sie vom äussersten Interesse war, weder bei der französischen Akademie der Wissenschaften, noch bei den französischen Ingenieuren Aufnahme. Man konnte nicht sagen, dass die Erfindung vergessen worden sei, denn sie war bis 1871 nie zur weiteren Kenntniss gedrungen. —

Es möchte angemessen sein, in einigen Worten das Aeussere dieser Peaucellier'schen Erfindung zu beschreiben, ehe ich mich zu der Theorie derselben wende.

Man denke sich aus dem bekannten Spielzeuge, der Soldatenscheere, einen Gelenkrhombus herausgenommen, und zwei einander gegenüberstehende Drehpunkte desselben mit den Enden G und $G_{,}$ (Fig. 1, Blatt 1) zweier weiteren Gelenke, die an ihren anderen Enden einem drehbaren Zapfen O anverbunden sind, in Verbindung stehend, so beschreibt, bei einer Drehung der Vorrichtung um O, der äussere Punkt H des Rhombus eine Gerade $ZZ_{,}$, wenn der vierte Punkt des Rhombus, J in einem Kreise geführt wird, dessen Peripherie durch O geht, oder was dasselbe ist, dessen Radius $O_{,}J = \frac{OJ_{,}}{2} = OO_{,}$ ist.

Wenn man daher zu den sechs Gelenken noch einen um $O_{,}$ drehbaren Arm $O_{,}J$ dem Systeme beifügt, so stellt diese Anordnung die Anwendung des Peaucellier'schen Universalzirkels auf eine Geradführung dar. Der Apparat besteht daher im Wesentlichen aus den vier gleichen Gelenken 1, 2, 3, 4; den beiden gleichen Gelenken 5 und 6 und dem Arme $O_{,}J$.

Da sich die weiteren Eigenschaften dieser Vorrichtung, namentlich auch, wenn $O_{,}J$ nicht gleich $O_{,}O$ ist, in übersichtlicher Weise aus der einfachen Theorie derselben ergeben, so will ich an dieser Stelle nicht weiter darauf eingehen. —

In dem Folgenden soll unter Zuhilfenahme der Figur 2 sein:

$OG = OG_{,} = L$; $GJ = GH = HG_{,} = JG_{,} = l$;
$OO_{,} = b$; $O_{,}J = r$; $\angle GOJ = \angle JOG_{,} = \angle \delta$;
$\angle JOH_{,} = \angle \psi$, der Drehungswinkel des Systems.
O und $O_{,}$ sind die beiden Drehpunkte.

Man hat sofort:

$$OJ = L\cos\delta - \sqrt{l^2 - L^2\sin^2\delta} \quad . \quad . \quad (1)$$

und
$$OH = L\cos\delta + \sqrt{l^2 - L^2\sin^2\delta} \quad . \quad . \quad (2)$$

Setzt man der Abkürzung wegen $OJ = A$; $OH = B$ und multiplicirt Gl. (1) mit Gl. (2), so ergiebt sich:

$$A.B = L^2 - l^2 = \text{Const.} = K \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Stellt $O_{,}J = r$ den Radius des Kreises dar, auf dem der Punkt J sich bewegt, und ist $OO_{,} = b$, so hat man:

$$OJ = A = b\cos\psi + \sqrt{r^2 - b^2\sin^2\psi} \quad . \quad . \quad (4)$$

und, da $A.B = K$ (Gl. 3), so ist:

$$K = B(b\cos\psi + \sqrt{r^2 - b^2\sin^2\psi}) \quad . \quad . \quad (5)$$

Wird in diese Gleichung $b = r$, also $OO_{,} = O_{,}J$ gesetzt, so geht Gl. (5) über in:

$$K = B.2r\cos\psi \quad \text{oder} \quad B\cos\psi = \frac{K}{2r} = \text{Const.} \quad (6)$$

d. h. der geometrische Ort von H ist eine Gerade $H_0 H_{,}$ (Fig. 3), welche die durch $OO_{,}$ gehende Axe des Systems unter rechtem Winkel schneidet.

Da die Anwendungen der Peaucellier'schen Vorrichtung von grosser Mannigfaltigkeit sind, so wird es nicht uninteressant sein, den geometrischen Ort des Punktes H zu bestimmen, wenn:

b nicht gleich r.

Aus Gl. (5) folgt:

$$\left(\frac{K}{B} - b\cos\psi\right)^2 = r^2 - b^2\sin^2\psi \quad \text{oder}$$

$$K^2 - 2KBb\cos\psi + B^2b^2\cos^2\psi = r^2B^2 - b^2B^2\sin^2\psi.$$

Geordnet, erhält man:

$$B^2(r^2 - b^2) + 2KBb\cos\psi = K^2 \quad \text{oder}$$

$$B^2 + \frac{2KBb\cos\psi}{r^2 - b^2} = \frac{K^2}{r^2 - b^2} \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

Dies ist aber die Gleichung eines Kreises, dessen Radius ist:

$$R = \pm\frac{K.r}{r^2 - b^2},$$

und dessen Mittelpunkt vom Hauptdrehpunkt O den Abstand hat:

$$N = \pm\frac{K.b}{r^2 - b^2}.$$

Es ist nämlich unter Benutzung der Fig. 4:

$$-2NB\cos\psi = N^2 + B^2 - R^2 \quad \text{oder}$$
$$B^2 + 2NB\cos\psi = R^2 - N^2.$$

Daher muss sein: $N = \frac{K.b}{r^2 - b^2}$; $N^2 = \frac{K^2b^2}{(r^2 - b^2)^2}$ (8)

und $R^2 - \frac{K^2b^2}{(r^2 - b^2)^2} = \frac{K^2}{r^2 - b^2}$ (Gl. 7 u. 8) oder nach Ordnung der Glieder:

$$R^2 = \left(\frac{Kr}{r^2 - b^2}\right)^2 \quad \text{d. i.} \quad R = \pm\frac{Kr}{r^2 - b^2} \quad . \quad . \quad (9)$$

wo K den Werth der Gl. (3) hat.

Man erkennt leicht, dass der geometrische Ort von H ein Kreis ist, der

convex gegen O und $O_{,}$, wenn $b > r$
concav - - - - wenn $b < r$
∞ oder eine Gerade ist, wenn $b = r$.

Der Mittelpunkt des Kreises, dessen Radius gleich R ist, liegt in der Richtung der durch $OO_{,}$ gehenden Axe und in einer Entfernung vom Hauptdrehpunkt O, die ausgedrückt ist durch

$$N = \pm\left(\frac{Kb}{r^2 - b^2}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

Ist N positiv, also $b < r$, so liegt der Mittelpunkt des erzeugten Kreises zur Linken des festen Drehpunktes O; ist N negativ, also $b > r$, so liegt der Mittelpunkt zur Rechten von O. —

Für den Fall, dass der Punkt J auf einer Geraden gleitet, ist unter Berücksichtigung, dass $OJ = A$; $OH = B$

$$b = A\cos\varphi \quad \text{oder} \quad A = \frac{b}{\cos\varphi},$$

daher zufolge Gl. (3)

$$\frac{Bb}{\cos\psi} = K \quad \text{oder} \quad B = \frac{K\cos\psi}{b} \quad . \quad . \quad (11)$$

und dies ist die Gleichung eines Kreises, dessen Peri-

pherie durch O geht und dessen Radius $O\,O_{,,} = R = \frac{K}{2b}$ ist; denn es ist:

$$2\,BR \cos\psi = B^2 + R^2 - R^2 = B^2, \quad \text{oder}$$

$$2\,R\cos\psi = B, \quad \text{also} \quad R = \frac{B}{2\cos\psi} = \frac{K\cos\psi}{2\,b\cos\psi} = \frac{K}{2\,b} \quad (12)$$

Und umgekehrt, wird der Punkt H in einem Kreise geführt, dessen Peripherie durch den Hauptdrehpunkt O geht, so beschreibt der Punkt J eine Gerade.

Dies wären denn die höchst einfachen Gleichungen des Universalzirkels von **Peaucellier**, wenn die Leitcurven Kreis oder gerade Linie sind. Ich glaube, es ist augenscheinlich geworden, wie mit diesem so einfachen und fast unscheinbaren Instrumente, wenn wir es um die beiden festen Punkte O und $O_{,}$ (Fig. 1 u. 2) drehen, nicht allein geradlinige Bewegung, sondern auch Kreise jeder Grösse, in freier Wahl concav oder convex gegen O, je nach dem zwischen $O\,O_{,}$ und $O_{,}J$ herrschendem Verhältnisse, erzeugt werden können.

Jeder Zweig der mechanischen Industrie wird von dieser Erfindung Vortheil ziehen können. In Dampfmaschinen und Pumpen, überall wo eine kreisförmige Bewegung in eine geradlinige übergeführt werden soll, ist diese Geradführung allen anderen vorzuziehen; nicht allein, weil sie vollkommen ist, nicht allein, weil sie höchst einfach ist, sondern auch, weil, wie ich weiter unten Gelegenheit haben werde zu erörtern, diese Geradführung für selbst kleine Verhältnisse von L und l einen viel grösseren Hub erlaubt, und daher die zur Ausführung dienende Construction eine viel leichtere sein kann als bei allen anderen bekannten Parallelführungen. Bei Drehbänken zur Führung des Schlittens um Pleuelstangen etc. zu drehen; bei Lochpressen um runde Kesselbleche zu lochen, und zwar viel einfacher wie solches in **Manning, Wardle & Co's** selfacting curvilinear Punching Machine geschehen ist; bei Coulissensteuerungen um den Gleitbacken, bei Regulatoren um die Hülse geradlinig zu führen; und Hunderte von Fällen könnten angeführt werden, wo überall die Anbringung der **Peaucellier**'schen Vorrichtung von bedeutendstem Vortheil sein wird. Auch für elliptische Bewegung und die Construction von Ellipsographen lässt sich das Princip verwenden.

Aber nicht allein der Zeichner und Architekt, der Ingenieur und Industrielle ziehen Vortheil aus dieser Erfindung, auch dem Landvermesser und dem Astronomen wird die Erfindung ein dienendes Mittel werden, in höchst einfacher Weise Entfernungen u. s. w. zu bestimmen.

Ich weiss nicht, ob ein solches Instrument, wie ich es zu skizziren versuchen werde, schon vorhanden ist; man stelle sich vor, dass auf einer ähnlichen Vorrichtung, wie der in Fig. 2 dargestellten, und zwar in H ein Fernrohr derartig angebracht sei, dass es, welchen Radius der von H beschriebene Kreis auch habe, stets normal*) zu demselben sich einstelle, so ist klar, dass durch ein von zwei Punkten des erzeugten Kreises vorgenommenes Visiren und durch eine genaue Adjustirung des Punktes $O_{,}$ in Bezug auf O und J (Fig. 2), die Entfernung des beobachteten Punktes ohne Hilfe von Trigonometrie u. s. w. erhalten wird durch eine einfache Auflösung der Gleichung:

$$R = \left(\frac{L^2 - l^2}{r^2 - b^2}\right) \cdot r$$

(s. Gl. 9), wo L, l und r bekannte Grössen sind, und b durch Ablesen an einer graduirten Scala gefunden werden kann.

(Schluss folgt.)

*) Der Weiterverfolg der Theorie wird die bezügliche Construction verrathen.

Solvay's Destillirapparat zur Concentration von Gaswasser aus Gasanstalten.

Von Dr. **G. Th. Gerlach** in Kalk.

(Hierzu Tafel I.)

Von dem neuen Destillirapparat von **Solvay** habe ich persönlich mehrere in Gebrauch, ausserdem zwei davon in Rom und einen in Utrecht eingerichtet. Ich kann diese Apparate, welche ebenso sinnreich wie praktisch construirt sind, nicht genug rühmen, und da sie in Deutschland bis jetzt fast unbekannt waren, so hoffe ich, dass eine Beschreibung, welcher ich die in der „Revue universelle", 1875 mitgetheilte Zeichnung auf Taf. I zu Grunde lege, die Aufmerksamkeit darauf lenken wird.

Als man bei Destillationsapparaten eine systematische Einrichtung und einen continuirlichen Betrieb im Auge hatte, kam man auf die Combination mehrerer etagenförmig oder vertical direct über einander liegender Kessel, weil hierbei die herabfliessende Flüssigkeit und die aufsteigenden Dämpfe eine entgegengesetzte Bewegung haben, was ja eine Hauptbedingung für derartige Apparate ist.

Die Folgen einer solchen verticalen Aufstellung der Kessel sind:

1) Man kann keine directe Feuerung anwenden. Man ist genöthigt, gespannte Dämpfe in die Flüssigkeit einzuleiten, wodurch eine Vermengung dieser Dämpfe mit den Dämpfen des Destillationsproductes stattfindet.

2) Man muss die zu destillirende Flüssigkeit bis zu einer gewissen Höhe pumpen, um sie in den Destillationsapparat einlaufen zu lassen.

3) Die Apparate sind schwerer zugänglich bei der Prüfung auf ihren inneren Zustand.

Der Ausschluss einer directen Feuerung ist oftmals besonders unangenehm; abgesehen davon, dass ein Dampfkessel erforderlich wird in einer Fabrikanlage, wo er

ausserdem vielleicht keine weitere Verwendung findet, ist die Einführung von Dampf im vorliegenden Falle weniger ökonomisch.

Der Apparat des Hrn. E. Solvay bietet ganz besondere Vortheile für die Destillation von ammoniakalischem Gaswasser. Er ist horizontal construirt, und wird mit directem Feuer geheizt. Er hat ferner den Vorzug, dass eine fortwährende Bewegung der ganzen Flüssigkeitsmasse veranlasst wird, indem die eigenen Dämpfe der Destillation durch die Flüssigkeit selbst hindurchgedrängt werden.

Der Apparat ist ausserdem bequem und wenig kostspielig in seiner Aufstellung; seine Bedienung ist ökonomisch und seine Wirksamkeit vollkommen regelmässig und unabhängig von einer besonderen Geschicklichkeit des bedienenden Arbeiters.

Besonders merkwürdig ist der Apparat durch das Princip, welches seiner Construction zu Grunde liegt, und welches ermöglicht, dass die Dämpfe der Destillation selbst die zu destillirende Flüssigkeit vorandrängen und weiter bewegen und zwar in horizontaler Richtung und entgegengesetzt von der Richtung des Dampfstroms.

Wenn nämlich ein Gas oder Dampf in einer engen verticalen Röhre aufsteigt, so kann er eine gewisse Menge der darin enthaltenen Flüssigkeit mit sich in die Höhe reissen; und wenn die Menge des Gases hinreichend gross ist im Verhältniss zur Menge der Flüssigkeit, und wenn die Eintrittsgeschwindigkeit eine hinreichende ist, so kann die Flüssigkeit zu einer beträchtlichen Höhe gehoben werden, welche grösser ist, als sie durch den Druck des Gases oder Dampfes allein veranlasst wird, selbst dann noch, wenn dieser Gasdruck sich nicht merklich vermindert hat.

Diese letztere Beobachtung ist von besonderer Wichtigkeit bei dem Apparat, wenn er zum Waschen oder Absorbiren von Gas verwendet wird, wo man Druckverluste vermeiden muss.

Der Apparat ist auf Tafel I Fig. 1 bis 4 abgebildet.

Er besteht aus einem Kessel A, welcher durch die Scheidewände C in eine gewisse Anzahl von Abtheilungen B, B getheilt ist. Jede Abtheilung enthält ein becherförmiges gusseisernes Gefäss E, welches mit der darauf folgenden Abtheilung in Verbindung steht, so dass die Flüssigkeit dieser benachbarten Abtheilung durch die seitliche Oeffnung des Gefässes eintreten kann; anderentheils treten die Dämpfe aus der vorhergehenden Abtheilung durch das Tauchrohr T in dasselbe becherförmige gusseiserne Gefäss E.

Die Feuerung ist bei F angebracht.

Die Wirkung des Apparates ist also folgende:

Wenn der Flüssigkeitsstand im ganzen Apparate ein gleichmässiger ist und bis O reicht, so wird die zu destillirende Flüssigkeit im Apparat R (welcher sogleich erklärt werden soll) vorgewärmt. Die vorgewärmte Flüssigkeit tritt aus R durch das Rohr M in den Apparat A ein und zwar in die Abtheilung B und von hier in das Gefäss E^1; die Dämpfe, welche sich in der Abtheilung B^2 entwickelt haben, treten durch das Tauchrohr T ebenfalls in das Gefäss E^1. Diese einströmenden Dämpfe werfen aber einen Theil der Flüssigkeit über den Rand des Gefässes heraus, und so gelangt die Flüssigkeit nach der Abtheilung B^1. Auf dieselbe Weise gelangt die Flüssigkeit weiter nach der Abtheilung B^2 durch das Einströmen der Dämpfe aus B^3, bis endlich die abdestillirte Flüssigkeit aus der Abtheilung B^{13} durch das Rohr U abläuft, während die Destillationsproducte durch das Rohr V entweichen.

Wenn es sich darum handelt, Gas zu waschen oder zu absorbiren, so muss das Gas in die Abtheilung B^{13} eintreten, während die Waschflüssigkeit oder die Flüssigkeit, welche das Gas aufnehmen soll, durch die Abtheilung B einfliesst.

Von dem Durchmesser der Tauchröhren T und der Gefässe E hängt das Vorschreiten der Flüssigkeit im Apparate ab. Der ringförmige Zwischenraum, zwischen dem Tauchrohr und dem genannten Gefäss muss in richtigem Verhältniss zu der Menge der Flüssigkeit und des Gases stehen, welche den Kessel passiren soll.

R ist ein Condensationsapparat für die Dämpfe der Destillation. Indem die Dämpfe die Kühlschlange J passiren, werden sie durch die Flüssigkeit selbst, welche destillirt werden soll, abgekühlt und condensirt, da diese Flüssigkeit kalt einläuft. Diese Flüssigkeit gelangt aus dem Reservoir K in einen kleinen Apparat G, und ist der Eintritt in den Condensationsapparat R geregelt durch das Ventil s, welches durch den Schwimmer x geschlossen und geöffnet wird.

Je nachdem die Flüssigkeit mehr oder weniger sich erwärmt, fällt oder steigt der Schwimmer und lässt mehr oder weniger von der zu destillirenden Flüssigkeit eintreten, so zwar, dass je mehr man heizt und je mehr Destillationsproduct man erzeugt, desto mehr Flüssigkeit auch durch das Ventil s eintritt. Dieser Schwimmer ist selbst dann wirksam, wenn der Gehalt der zu destillirenden Flüssigkeit ein wechselnder ist.

Q ist ein kleiner Waschapparat, der dazu dient, die nicht condensirbaren Gase vor ihrem Austritt zu waschen.

Es ist zu erwähnen, dass derselbe Schwimmer den Eintritt der Flüssigkeit verhindert, sobald die Feuerung nachlässt, denn dann kommen keine Destillationsproducte mehr, die Flüssigkeit bleibt folglich kalt im Condensator, der Schwimmer wird steigen und das Ventil wird sich schliessen; ebenso wie in dem Masse, als durch die Destillation der Condensator erwärmt wird, der Schwimmer sinkt und das Ventil sich öffnet.

Der Apparat, wie ihn die Zeichnung veranschaulichen soll, hat seine Anwendung bei der Destillation von Gaswasser gefunden. Das Destillationsproduct ist ein concentrirtes Gaswasser mit stets gleichmässigem Gehalt, dessen Ammoniakgehalt ungefähr 15 pCt. Aetzammoniak entspricht. Die angewendeten Apparate destilliren in 24 Stunden 12, 24 und 48^{cbm} Gaswasser von 2 bis 3^0 B., und man erhält ein concentrirtes Product

von 15 pCt. Ammoniakgehalt, welches sich leicht auf grössere Entfernungen versenden lässt. Der Verbrauch an Brennnaterial schwankt zwischen 25 bis 30^k Kohle für den Cubikmeter rohes Gaswasser.

Bei ganz schwachem Gaswasser benutzt man noch die Dämpfe des abdestillirten Wassers, um das Gaswasser vor dem Eintritt in den Apparat möglichst vorzuwärmen. Da die Gaswässer immer eine wechselnde Menge von nichtflüssigen Ammoniaksalzen enthalten, so ist die Verbindung des Destillationsapparates mit einem besonders angebrachten Kalkapparate nöthig, wenn man das Ammoniak dieser nichtflüssigen Ammoniaksalze gewinnen will. Zuerst entweicht bei der Destillation aus dem Gaswasser mit dem Ammoniak sämmtliche Kohlensäure und Schwefelwasserstoff, das Wasser im Destillationskessel enthält dann nur noch geringe Menge Aetzammoniak; sind auch diese abdestillirt, so wird das Wasser in jenem Kalkapparate mit der hinreichenden Menge Kalk zersetzt, um sofort in dem Destillationskessel vollends abdestillirt zu werden, ohne dass der continuirliche Betrieb auch nur im Entferntesten hierdurch gestört wird.

Um den Destillationsapparat zur Fabrication von schwefelsaurem Ammoniak oder Salmiak zu benutzen, hat man nur nöthig, die Dämpfe oder das concentrirte Gaswasser in Schwefelsäure oder Salzsäure zu leiten. Der Apparat R dient dann zum Vorwärmen des zu destillirenden Gaswassers, indem man das heisse Ablaufwasser aus der Abtheilung B^{13} durch die Schlange führt.

Wenn der Apparat zur Absorption von Gasen oder Dämpfen angewendet wird, so muss man den Schwimmer im entgegengesetzten Sinne in dem Apparat R wirken lassen, weil um so mehr Flüssigkeit erforderlich ist, je besser das Gas absorbirt wurde; nur muss man die nöthigen Massregeln ergreifen, dass die Flüssigkeit niemals ein zu hohes Niveau erreicht.

Es ist nicht zu zweifeln, dass der Apparat von Solvay bei seiner ingenieusen Einrichtung vielfacher Anwendung fähig ist, und dass in Wirklichkeit ein Fortschritt durch denselben erzielt ist.

Da die betreffende belgische Fabrik, in welcher Hr. Solvay seine Apparate anfertigen lässt, die einzelnen Gusstheile in den Grössen und Dimensionen vorräthig hält, wie sie sich in der Praxis als die zweckmässigsten herausgestellt haben, und da diese Fabrik auf die sorgfältige Anfertigung dieser Kessel eingerichtet ist, so wird man wohl daran thun, bei Anschaffung solcher Kessel sich mit Hrn. Ernst Solvay, Brüssel, Rue prince Albert, in Verbindung zu setzen. Auch bin ich meinerseits gern zu weiterer Auskunft über die Leistungsfähigkeit dieser Kessel bereit.

Einiges über Rübenzucker-Fabrication.

Von **Rassmus.**

(Vorgetragen in der Sitzung des Hannoverschen Bezirksvereines vom 28. Januar 1876.)

Im Jahre 1747 machte der deutsche Chemiker Markgraf zuerst auf das Vorhandensein von Zucker in verschiedenen Wurzeln, namentlich in denen der Runkelrüben aufmerksam. 50 Jahre lang blieb diese Entdeckung unbeachtet, bis Franz Achard, ein Schüler Markgraf's, dieselbe wieder aufgriff und mit Unterstützung Friedrich Wilhelm's II auf dem Gute Cunern bei Steinau in Schlesien die erste Zuckerfabrik errichtete. Ihr folgten mehrere in Böhmen, allein ungenügende Kenntnisse der Arbeitsmethoden und namentlich schlechte Rüben liessen den Industriezweig als nicht lohnend erscheinen. Napoleon's I. Scharfblick liess bei Durchführung der Continentalsperre ihm die Wichtigkeit der sich bis dahin kümmerlich fristenden Industrie erkennen, was ihn dazu bewog, 32000^{ha} Land und 1 Million Frcs. zur Aufmunterung auszusetzen. Es wurden dem eigentlichen Begründer der Zuckerindustrie Achard, — trotz seines französischen Namens ein wackerer Deutscher, — von Seiten der Engländer wiederholt grosse Summen angeboten, um gegen die neue Industrie zu schreiben; allein Ehrenhaftigkeit trug den Sieg davon.

Mit Einführung der hydraulischen Pressen gab Frankreich der Industrie einen neuen Aufschwung, und so sehen wir denn das deutsche Kind, nachdem es in der Fremde weiter ausgebildet, im Jahre 1836 nach seiner Heimath zurückkehren, wo ein als Geheimniss verkauftes Verfahren, eine Ausbeute von 10 bis 12 pCt. Zucker versprechend, namentlich im Magdeburgischen viele Fabriken entstehen liess. Allein diese Fabriken reussirten nicht, da man es noch nicht verstand, gute Rüben zu bauen; doch gelang die Cultivirung mit der Zeit immer besser, und so konnte die neue Industrie sich von Jahr zu Jahr mehr kräftigen und wachsen.

Einen Begriff von der jetzigen Ausdehnung der Fabrication mögen folgende Zahlen geben. Es existiren gegenwärtig in Oesterreich 228, Schweden 4, Russland 439, Polen 42, Frankreich 483, Belgien 135, Holland 20, England 1, Nord-Amerika 2, Italien 2 und in Deutschland etwa 341 Fabriken, in Summa 1665 Fabriken mit einer Gesammtverarbeitung von 190 bis 200 Millionen Ctnr. Rüben. Hieran participirt Deutschland mit einer Verarbeitung von etwa 60 Millionen Ctnr. In Hannover sind jetzt einige 20 Fabriken in Betrieb, zu denen mit nächster Campagne noch 7 oder 8 neue hinzutreten werden.

Eine Anschauung der Wertherhöhung des Rohmaterials sei in Nachfolgendem geboten.

1870 auf 1871 wurden pro Morgen durchschnittlich 150 Ctnr. geputzte Rüben geerntet, so dass also auf 61 Millionen verarbeitete Rüben eine bebaute Fläche

von 18,3 Quadratmeilen kommt. Einschliesslich der Abfälle beträgt also die geerntete Rübenmenge 63941000 Ctnr. zu 85 Pf. = 54348000 ℳ.

Aus diesem Quantum wurden an Rohzucker 5259000 Ctnr. im Werthe von 177516000 ℳ erhalten; hierzu kommen 1586300 Ctnr. Melasse = 5993400 ℳ, ferner: 11897000 Ctnr. Rückstände = 15000000 ℳ und 2900000 Ctnr. Rübenabschnitte = 732000 ℳ.

Im Ganzen resultirt also aus obigem Rübenquantum ein Gesammtproduct im Werthe von 199241400 ℳ, was einer Wertherhöhung um das $3\frac{2}{3}$fache des Rohmaterials entspricht.

Wenn ich nun zu einigen Details der Fabrication übergehe, so muss ich mich zunächst dem Saftgewinnungsverfahren der Diffusion zuwenden, welches in neuerer Zeit eingeführt, alle anderen Saftgewinnungsmethoden überflügelt und weit hinter sich gelassen hat. Dasselbe ist von Herrn J. Robert in Seelowitz in Mähren erfunden (Bd. XVI, S. 202 und 286) und unterscheidet sich zunächst von allen anderen Saftgewinnungsverfahren, wie Pressen, Maceration, Centrifugiren dadurch, dass bei demselben die gewaschenen und geköpften Rüben nicht unter Wasserzulauf zu Brei zerrieben, sondern vermittelst eigenthümlich geformter Messer auf einer etwa 100 Umdrehungen pro Minute machenden Messerscheibe zu Schnitzeln geschnitten werden.

Diese Schnitzeln werden alsdann in cylindrische Gefässe, Diffuseure, gefüllt, um in denselben mit Wasser und Säften behandelt zu werden, bezw. zu diffundiren. Es ist dies der bekannte Vorgang, dass die in den einzelnen kleinen Zellen der Rübe enthaltenen Zuckersaftpartikelchen durch die Zellenwände hindurch treten, und so die Rübe entsaftet, bezw. ihr Saftgehalt durch Wasser ersetzt wird.

Zu diesem Behufe wird eine Anzahl schmiedeeiserner Gefässe (gewöhnlich 14 bis 16) meistens 30 bis 40 Ctnr. Schnitzeln fassend, zu einer Batterie vereinigt und durch geeignete Rohrleitungen mit einander in Verbindung gesetzt. Ferner hat man in einer Höhe von etwa 3^m oberhalb dieser Batterie zwei grosse Pfannen stehen, in denen Saft durch Dampf erwärmt wird.

Beistehende Skizze zeigt eine Batterie von 14 Gefässen in vollem Betriebe.

Auf No. 1, der wie alle 12 mit Schnitzeln gefüllt ist, tritt das Wasser und treibt den Saft von Diffuseur 1 nach 2, von 2 nach 3 u. s. w. bis zum Diffuseur 12 und füllt denselben an, nachdem er schon vorher mit frischen Schnitzeln beschickt war.

Fig. 1

Ist dies geschehen, so wird die Batterie umgestellt und ist der Gang nach Fig. 2 jetzt folgender: Das Wasser tritt wieder auf Diffuseur 1 und treibt den Saft bis zum Diffuseur 9. Hier ist die Batterie unterbrochen und wird der Saft gezwungen, in die oberhalb stehende Wärmpfanne zu gehen. Zu gleicher Zeit läuft von der zweiten Wärmpfanne der dort auf 72 bis 75° R. angewärmte Saft der vorletzten Charge auf Diffuseur 10 und treibt den dort vorhandenen Saft weiter und schliesslich den in 12 vorhandenen Rohsaft nach der Scheidepfanne, in welcher er weiter verarbeitet wird.

Fig. 2

Ist das nöthige Quantum Saft abgezogen, so wird 1 abgestellt, das Wasser auf 2 geschickt und durch den Wasserdruck Diffuseur 13, der mit frischen Schnitzeln beschickt worden, gefüllt. Also genau dasselbe Schema, wie in Fig. 1, nur ist die Batterie um einen Diffuseur weiter gerückt und 1 wird entleert.

Das eben beschriebene ist das Schultz'sche Diffusionsverfahren, welches infolge seiner Einfachheit und damit verbundenen guten Arbeit die meiste Verbreitung gefunden hat.

In neuerer Zeit hat dasselbe durch die Verwendung geschlossener, in die Batterie gleich eingeschalteter Vorwärmeapparate an Stelle der Wärmpfannen einige Modificationen erlitten, auf welche einzugehen mich jedoch zu weit führen würde.

Ein Versuch ergab folgende Saftconcentrationen in den einzelnen Diffuseuren:

No.	1.	2.	3.	4.	5.
Grad Brix.	0,05	0,25	0,5	1,1	1,45

6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1,95	2,5	3,3	4,0	5,27	10,16	11,33.

Die Saftverdünnung beträgt beim Diffusionsverfahren 30 bis 40 pCt. An Ablaufwasser erhält man etwa 110 pCt., in den Schnitzeln bleiben etwa 95 pCt., somit ergiebt sich ein Gesammt-Wasserverbrauch zur Saftgewinnung = 240 pCt. Um denselben zu vermindern, drückt man jetzt den letzten Diffuseur mit Luft ab, und verwendet auch theilweise das von den Schnitzelpressen kommende Abpresswasser wieder zur Saftgewinnung.

Da wir in Deutschland gezwungen sind, über Sonntag still zu liegen, so süsst man die Batterie meistens ab und entleert sie völlig. In einigen Fabriken lässt man dieselbe jedoch stehen und drückt, um Säure zu verhindern, Carbolsäure in jeden Diffuseur.

Ich käme nun zur weiteren Verarbeitung des gewonnenen Zuckersaftes, der von dunkler Farbe und starkem Rübengeruche ist. War bis jetzt die Entsaftung der Rüben ein wesentlich mechanisches Arbeiten,

so fällt die weitere Verarbeitung hauptsächlich dem Gebiete der Chemie zu und trennt sich in zwei Hauptabschnitte, der Scheidung mit dabei verbundener Saturation und der Filtration.

In der Scheidung wird die Entfernung einer gewissen Menge verschiedener Substanzen erstrebt, welche der Krystallisation des Zuckers hinderlich sein würden. Man behandelt deshalb den gewonnenen Saft unter Erwärmung mit Kalk. Bei 85° C. beginnt das Eiweiss zu gerinnen, dann wird der Kalk hinzugesetzt. Derselbe verbindet sich mit der Phosphorsäure und den organischen Säuren zu unlöslichen, mit dem Eiweiss sich abscheidenden Verbindungen.

Ebenso fallen Magnesia und Eisenoxyd.

In Lösung bleiben dagegen die freigewordenen Alkalien und einige Kalkverbindungen, namentlich citronensaurer und oxalsaurer Kalk. Auf die stickstoffhaltigen Stoffe wirkt der Kalk zersetzend, und wird reichlich Ammoniak frei. Durch die Scheidung erleidet der Saft bemerkenswerthe Veränderungen; seine dunkle, undurchsichtige Farbe ist in eine helle, klare übergegangen, an Stelle der saueren Reaction ist eine stark alkalische getreten. Letztere sucht man nun in dem jetzt folgenden Verfahren der Saturation bis zu einem der Verarbeitung dienlichen Grade durch Einführung von Kohlensäure herabzumindern.

Dies sind die Grundzüge der ersten Operation. Es würde zu weit führen, wollte ich alle in der Praxis versuchten und zum Theil noch in Gebrauch befindlichen Variationen vorführen. Im Allgemeinen genommen, hat die Einführung der Diffusion auch das alte Scheideverfahren mit Scheidung der Schlammdecke nach oben verdrängt, und wird jetzt meistens so gearbeitet, dass man den Rohsaft auf 85° erhitzt, um das Eiweiss gerinnen zu lassen, dann $1\frac{1}{2}$ bis 2 pCt. Kalk zusetzt, mehrere Minuten aufkocht meistens unter partieller Einführung von Kohlensäure bezw. Saturation, dann die Probe nimmt und darauf den ganzen Inhalt der Pfanne vermittelst Montejus durch Filterpressen schickt, um eine Trennung des gebildeten klaren Saftes von Schlamm zu bewirken. Der klare Saft wird dann in der sogenannten zweiten Saturation durch Einführung von Kohlensäure auf die gewünschte, durch die Verarbeitung gebotene niedrige Alkalität gebracht.

Hier habe ich nun von der Einführung eines neuen Apparates zu berichten. Bis jetzt geschah die Erwärmung des Saftes in den Scheidepfannen, die zu diesem Behufe mit Doppelböden versehen sind. Die Wärmetransmission durch diese, wegen der Festigkeit ziemlich starken, inwendig meistens mit Kalkschlamm besetzten, kupfernen Böden ist natürlich nur eine schlechte, so dass man bedeutender Quantitäten directen Dampfes bedurfte, die dann ihrerseits wieder grosse Massen niedrig gespannter sogenannter Retourdämpfe ergaben. Jetzt geschieht die Erwärmung des Saftes in einem zwischen der Diffusionsbatterie und der Scheidestation eingeschalteten Vorwärmer. Dieser besteht aus einer schmiedeeisernen Pfanne, welche durch zwei horizontale Bleche getrennt ist, welche letztere ihrerseits wieder durch Röhren verbunden sind. In den Röhren steht der Saft, aussen der Dampf, somit ist die Erwärmung infolge der geringeren Wandstärken sowie der Möglichkeit, die Heizflächen mit Leichtigkeit rein erhalten zu können, eine bedeutend schnellere und leichtere. Retourdämpfe giebt der Apparat gar nicht, sondern es fliesst nur heisses condensirtes Wasser ab.

Man hat nun verschiedentlich versucht, die Anwendung des Kalkes zur Reinigung der Säfte zu beschränken, indem man annahm, dass das bei Verwendung des Kalkes frei werdende Alkali einen zerstörenden Einfluss auf den Zucker ausübe. Es ist aber wiederholt nachgewiesen, dass eine solche Einwirkung der freien Alkalien auf den Zucker nicht stattfindet, und so fiel auch der von Michaelis infolge dieser Speculation empfohlene Zusatz von Chlorcalcium.

Grosses Aufsehen machte seiner Zeit das Morgenstern'sche Verfahren des Zusatzes von schwefelsaurer Magnesia zum geschiedenen Safte (Bd. XIII, S. 411). Allein auch dieses Verfahren wurde bald von Seiten der Chemiker unserer Industrie als nicht nutzbringend verworfen.

Ich komme nun zu einem Stoffe, dessen Verwendung in neuerer Zeit sehr empfohlen wurde, nämlich der Phosphorsäure. Leider kann ich mich jedoch, da mir eigene Erfahrungen nicht zu Gebote stehen, nicht weiter verbreiten und gebe daher in Folgendem nur einen Auszug der neuesten Literatur über diesen Gegenstand:

So findet sich in der „Zeitschr. des Vereines für die Rübenzuckerindustrie des deutschen Reiches", 1875, Juni, eine Abhandlung über die Verwendung der Phosphorsäure bei der Saftgewinnung von Dr. O. Vibrans in Calbe a. S. und in demselben Heft: Die Phosphorsäure in der Rübenzuckerfabrication in ihrer Wirkung nach den Resultaten der bisher grössten Versuche, von Dr. v. Gruber in der chemischen Fabrik Pececk. Weiter im Juliheft 1875 in den Verhandlungen der Chemikerversammlung bei Gelegenheit der allgemeinen Generalversammlung des Vereines zu Halle ein Referat des Hrn. Dr. Hulwa, welches sich sehr günstig über die Verwendung von Phosphorsäure äussert. Im grossen Ganzen lässt sich sagen, dass die Phosphorsäure bis jetzt wol nur in den von chemisch gebildeten Dirigenten geleiteten Zuckerfabriken in Anwendung gebracht worden ist, dagegen hat die grössere Zahl der Fabriken sich dieses Reinigungsmittels bis jetzt noch nicht bedient.

Wenn ich hieran sogleich die Schilderung der Kalkstation zur Erzeugung des gebranntes Kalkes behufs Bereitung der Kalkmilch und Gewinnung der zum Saturiren nöthigen Kohlensäure anschliesse, so sind dort zwei Neuerungen zu erwähnen.

Bislang geschah das Brennen der Kalksteine mit Coks, doch sind in neuerer Zeit verschiedene Kalköfen mit Regenerativ-Gasfeuerung eingerichtet worden. Man verwendet bei denselben ein nicht so werthvolles Brennmaterial, meistens Braunkohlen, und soll das erzielte

Kohlensäuregas dem ersten an Güte durchaus nicht nachstehen. Nähere Berichte über diese Feuerung liegen leider nicht vor.

Als zweite erwähnenswerthe Anordnung ist die Verwendung der Körting'schen Strahlapparate hier als Ersatz der Kohlensäurepumpe zu erwähnen. Diese Apparate sind jedoch in ihrer vorzüglichen Wirkung und ungemein mannigfaltigen Anwendung bekannt genug, so dass ich hier nicht näher darauf einzugehen brauche.

Wir hatten den Saft als saturirten Dünnsaft verlassen und gehen nun in der Verarbeitung desselben weiter. Von den Saturateurs, die sich in den neueren Fabriken meistens unten bei den Scheidepfannen befinden, wird der Saft dann vermittelst Montejus nach oben in den sogenannten Filterthurm in die Dünnsaftkästen gedrückt, nachdem er zuvor noch einmal Filterpressen behufs Trennung von Saft und Schlamm. passirt hat.

Hierbei habe ich noch eine Neuerung, die leider zu wenig beachtet wird, zu erwähnen. An Stelle des Dampfes bedient man sich nämlich mit Vortheil der comprimirten Luft zur Fortbewegung der Saftmassen. Nehmen wir einmal eine Fabrik zu 3500 Ctnr. Rübenverarbeitung in 24 Stunden an, so ergiebt sich dafür eine Zahl von etwa 560 Montejusfüllungen mit einem Dampfverbrauche von gegen 2500^k, bei Braunkohlenfeuerung somit ein Verbrauch von etwa 1100^k Kohlen, der völlig erspart werden kann, da in Diffusionsfabriken die Luftcompressionspumpe doch im Gange ist. Dabei ist noch vollständig von dem durch die Condensation des Dampfes an der Oberfläche des Saftes entstehenden grösseren Dampfverbrauch und dadurch bedingter späterer Verdampfung des condensirten Wassers abgesehen.

Jetzt kämen wir nun zu dem zweiten Hauptabschnitte der Fabrication, nämlich der Filtration des Saftes über Knochenkohle. Dieselbe trennt sich in zwei Theile, in die Filtration des Dünnsaftes und die des Dicksaftes. Nehmen wir zuerst den Gang des Saftes, so läuft derselbe von den Dünnsaftkästen über die Dünnsaftfilter, theils nur durch eines theils durch Uebersteigen über zwei oder drei nach der Filterrinne. Von hier aus gelangt er in den Verdampfapparat bezw. in den Dünnsaftkörper. In demselben wird er durch Dampf bis zu einer gewissen Concentration eingedickt und dann nach dem Dicksaftkörper hinübergezogen. Die sich aus dem Safte im Dünnsaftkörper unter schwacher Luftleere entwickelnden Dämpfe gehen nach der Dampfkammer des Dicksaftkörpers, wo sie ihre Wärme noch einmal zur Verdampfung des schon eingedickten Dünnsaftes darbieten. Die sich im Dicksaftkörper entwickelnden Dämpfe werden vermittelst der Luftpumpe entfernt und theils durch directe Einspritzung, theils durch Oberflächencondensation niedergeschlagen. Hat der Saft im Dicksaftkörper seine Concentration, gewöhnlich 45 bis 50^0 Brix erreicht, so wird er vermittelst Montejus abgezogen und wieder hinauf in den Filterthurm in die dort befindlichen Dicksaftkästen gedrückt, von denen er dann zum zweiten Male über die Filter, jetzt über die Dicksaftfilter läuft.

In dem Cyclus der eben beschriebenen Operationen kann ich nicht von grossen Neuerungen berichten. Doch ist zu bemerken, dass man in jüngster Zeit den Verdampfapparaten mit stehenden Röhren wegen ihrer grösseren Verdampfungsfähigkeit gegenüber denen mit liegenden Röhren den Vorzug einräumt. Die Wirksamkeit der Knochenkohle beruht auf der Anziehung, welche fein vertheilter Kohlenstoff in der Verbindung mit einer porösen, grosse Oberflächen bietenden Substanz auf gewisse Bestandtheile der Rübensäfte ausübt, wodurch dieselben zum Theil veranlasst werden, sich aus dem Saft auszuscheiden und mit einer gewissen Kraft an dem Kohlenstoff zu haften. Die Absorption der Kohle betrifft zunächst den noch im Safte verbliebenen Kalk, dann einen Theil der Salze, so dass also die Krystallisation der Säfte bedeutend verbessert wird. Ferner findet noch eine nicht geringe Entfärbung statt.

Diese grossen Vortheile werden aber durch das nicht zu umgehende Absüssen der Filter nach geschehener Sättigung der Kohle mit fremden Stoffen zum Theil wieder aufgehoben dadurch, dass mit dem eingeführten Wasser sich wieder ein Theil der entfernten Substanzen löst und in den Saft zurücktritt.

Diesem Uebelstand entgegenzutreten hat man nun in neuerer Zeit verschiedentlich versucht, indem man die Filter nur zum Theil absüsste, etwa bis zu 5^0 Brix, und dann das weitere Absüsswasser wieder zur Saftgewinnung bei der Diffusion benutzte. Die Frage, ob es vortheilhaft, diese mit Salzen und anderen Stoffen verunreinigten Absüsswässer wieder zur Saftgewinnung zu benutzen, ist noch als eine offene zu bezeichnen.

Anknüpfend an diesen Gegenstand habe ich noch von einem Patente zu berichten, welches Possoz für Frankreich genommen hat. Er will sämmtliche Absüsswässer und Waschwässer in einer kleinen Nebenfabrik für sich verarbeiten, überhaupt dahin streben, dass zur Saftgewinnung nur condensirtes Wasser benutzt werde, um so die durch gewöhnliches Wasser dem Safte zugeführten Unreinigkeiten zu vermeiden.

Ob dies Verfahren, zumal bei der französischen Zuckerbesteuerung, wo also die bis zur Krystallisation verlorene Saftmenge nur halb so viel Werth hat wie bei uns, rentabel sein wird, muss die Zukunft zeigen.

Der gereinigte und filtrirte Dicksaft wird nach Ablauf von den Filtern jetzt in den Vacuumapparat gezogen, um dort bis zur Krystallisation unter Luftleere eingedickt zu werden; das sogenannte Kochen. Je nach Art des Productes, als Korn, Krystallzucker u. s. w., welches man erzielen will, wird die beginnende Krystallisation in bestimmten Zeiträumen unterbrochen und so ein feineres oder gröberes Korn hergestellt.

Ist der Sud beendet, so wird die Masse, jetzt Füllmasse genannt, abgelassen, und nach Erkalten der krystallisirte Zucker durch Centrifugen gewonnen.

Dies ist das erste Product.

Der beim ersten Centrifugiren ablaufende Syrup wird gesammelt, noch einmal eingedickt, bleibt dann eine Zeit lang stehen, bis die natürlichen Krystalle

anschiessen, und wird dann das gewonnene zweite Product ausgeschleudert.

Dieselbe Operation wiederholt sich noch einmal und führt so zu einem dritten Product. Der hier ablaufende Syrup, die sogenannte Melasse, etwa 3 pCt. vom Rübengewichte betragend, enthält nur gegen 50 pCt. Zucker, das Uebrige sind Salze u. s. w., also Nichtzucker. Da nun 1 Thl. Nichtzucker ungefähr 1 Thl. Zucker an der Krystallisation verhindert, so lässt sich mit den bisherigen Einrichtungen eine weitere Zuckerausbeute nicht mehr erzielen, und wurde deshalb die Melasse bis jetzt weiter auf Spiritus verarbeitet.

In jüngster Zeit ist man nun auch damit beschäftigt, diesen in der Melasse noch enthaltenen Zucker zu gewinnen. Nehmen wir die Verarbeitung einer Fabrik zu 300000 Ctnr. Rüben pro Campagne, so ergiebt sich bei nur 3 pCt. ein Melassequantum von 9000 Ctnr. mit 50 pCt. Zucker = 4500 Ctnr. à Ctnr. 27 ℳ = 124500 ℳ.

Es würde zu weit führen, auf die verschiedenen zu diesem Zwecke erdachten Verfahren, wie Dubrunfaut's, das Barytverfahren und das Scheibler'sche Elutionsverfahren näher einzugehen. Der grössere Theil derselben hat eine völlige Gewinnung des Zuckers noch nicht ermöglichen lassen, allein würde auch dieser Zweck nicht erreicht, sondern gelänge es nur, aus der Melasse unter möglichster Zuckergewinnung, die der Landwirthschaft entnommenen, in den Rüben enthaltenen Stoffe derselben wieder zugänglich zu machen, so wäre die Krönung des Gebäudes der Zuckerindustrie erreicht, da sie dann nur den durch die Vegetation der Rübe gebildeten Zucker gewinnen lässt, hingegen dem Boden alle die Stoffe zurückgiebt, die er zur Ernährung und Erzeugung der Rübe hergegeben hat.

Entlasteter Drehschieber.

Von **Eugen Schleh**.

(Hierzu Tafel II.)

Die Zeichnungen auf Taf. II veranschaulichen den mir patentirten neuen Drehschieber.

Bei ihm tritt der frische Dampf, nicht wie es in der Regel bei unseren jetzigen Dampfmaschinen der Fall ist, zuerst in den Schieberkasten, von dort in den Dampfcylinder und entweicht dann durch den Schieber in die freie Luft, sondern umgekehrt, der Dampf tritt zuerst in den Schieber ein, wirkt dann im Dampfcylinder und entweicht durch das Schiebergehäuse in die freie Luft.

Diese Anordnung ist sehr wesentlich, da die Schieber bedeutend kleinere Dimensionen annehmen, als wenn der frische Dampf zuerst in den Schieberkasten tritt; ferner werden die schädlichen Räume, welche durch den Schieberkasten bei anderen Dampfmaschinen hervorgerufen werden, ganz vermieden; auch wird dadurch bewirkt, dass im Schiebergehäuse nur der Druck des abgehenden Dampfes vorhanden ist, infolge dessen die Dichtungen der Schiebergehäuse-Deckel sehr leicht herzustellen sind.

Das Schiebergehäuse ist cylindrisch und daher durch Ausdrehen sehr leicht genau herzustellen, was bei sämmtlichen anderen entlasteten Dampfschiebern nicht der Fall ist, da bei diesen gewöhnlich zwei oder vier Flächen genau parallel zu bearbeiten sind, was seine bedeutenden praktischen Schwierigkeiten hat und auch wol der Grund ist, dass diese entlasteten Dampfschieber keinen Eingang in die Praxis gefunden haben.

Ebenso werden bei dem hier beschriebenen entlasteten Drehschieber die Schieber selbst nur gedreht und sind deshalb sehr leicht genau anzufertigen.

Die Bewegung (Dampfvertheilung durch den Schieber) bei meinem Schieber geschieht durch Drehung wie bei einem Hahne, wodurch die Schieberflächen sich mit den entsprechenden Schiebergehäuseflächen sehr gut einschleifen lassen.

Der in der Zeichnung veranschaulichte Dampf-Drehschieber besteht im Wesentlichen aus drei Theilen: dem eigentlichen Vertheilungs- oder Grundschieber G, dem Deck- oder Dampfeinlassschieber D und dem cylindrischen Schiebergehäuse S.

Der Grundschieber G unterscheidet sich von dem gewöhnlichen Muschelschieber dadurch, dass er nach oben hin offen ist, was durch ein angesetztes Stück Kolbenrohr r bewirkt ist. Die Dichtung desselben erfolgt mittelst dreier Ramsbottom'schen Kolbenringe $k\, k_{,}\, k_{,,}$, die bei o, o des Federns halber schräg aufgeschlitzt sind. Durch diese Ringe wird die Dichtung des Grundschiebers mit dem Deckschieber hergestellt, so dass kein frischer Dampf aus dem Schieber in das Gehäuse entweichen kann.

Die Grundfläche des Schiebers ist, bedingt durch das cylindrische Schiebergehäuse, keine ebene, sondern ein Stück von einer Cylinderfläche.

Der Deck- oder Einlassschieber D besteht im Wesentlichen aus denselben Theilen wie der Grundschieber, nur hat derselbe selbstredend keine besonderen Kolbenringe.

Beide Schieber nun müssen so construirt sein, dass sie sich gegen die Gehäuseflächen durch den im Schieber befindlichen Dampfdruck pressen und so ihre Dichtungen mit dem Gehäuse herstellen.

Um dies zu bewirken, hat man bei dem Grundschieber G die Kreisfläche mit dem Durchmesser $d = \frac{\pi d^2}{4}$ nur ein wenig grösser als die Summe der Oeffnungen $(a.b) + (c.e)$ zu machen, und da $b = e$ ist, also $\frac{\pi d^2}{4}$ ein wenig grösser als $(a + c).b$, worauf ich später noch zurückkommen werde.

Dasselbe findet bei dem Deckschieber statt, und

hat man bei demselben die Oeffnung $f.g$ etwas kleiner zu machen als die Cylinderfläche $\frac{\pi d^2}{4}$ d. h. $\frac{\pi d^2}{4}$ ein wenig grösser als $f.g$.

Für den Deckschieber hat man noch darauf zu achten, dass die Punkte m und n nicht beim Drehen über die Punkte p und q des Gehäuses fortschreiten, da sonst der Schieber von der Gehäusefläche durch den Dampfdruck abgehoben werden könnte.

Die Spiralfeder l, welche durch die offene Scheibe t und durch die Stellschraube i die beiden Schieber gleichzeitig gegen die Gehäuseflächen drückt, bezweckt nur ein Dichten der Schieber gegen das Gehäuse, wenn die Maschine still steht und kein Dampf in den Schiebern ist. Beim Anlassen der Maschine können sich dadurch die Schieber nicht von den Gehäusewandungen entfernt haben und frischen Dampf in das Gehäuse bezw. das Dampfausströmungsrohr eintreten lassen.

Die Schraube i hat im Kopfe kleine Einschnitte, in welche die Feder u eingreift und ein freiwilliges Drehen derselben verhindert; ferner zwei grössere Einschnitte zum Drehen der Schraube mit einem Schlüssel. —

Der Grund- oder Vertheilungsschieber G wäre in seiner mittleren Stellung vollständig entlastet, wenn man die Kreisfläche mit dem Durchmesser d gleich der unteren Oeffnung im Schieber $a.b$ machte, also $\frac{\pi d^2}{4} = a.b$.

Wir dürfen aber den Grundschieber, wenn er in seiner mittleren Stellung wie in der Zeichnung steht, nicht ganz entlasten, sondern nur in der Stellung, wo er im Begriffe ist, die Cylinder-Einströmungsöffnungen frei zu machen, d. h. der Punkt x des Grundschiebers gerade über den Punkt y der Schieberfläche fortschreitet, weil sonst in dieser Stellung eine Ueberentlastung des Schiebers stattfinden, und derselbe von der Gehäusefläche abgehoben würde und zwar mit einem Drucke von

$$c.e.p$$

wobei p den Atmosphärendruck bedeutet.

Um den Durchmesser des Kolbenrohres zu bestimmen, hat man mithin

$$\frac{\pi d^2}{4} = (a.b) + (c.e)$$

und da $b = e$

$$\frac{\pi d^2}{4} = (a + c).b \quad \text{oder}$$

$$d = \sqrt{\frac{4(a+c).b}{\pi}} \quad \text{zu machen.}$$

Steht der Grundschieber G in seiner mittleren Stellung und bedeutet P den Druck des Dampfes in Atmosphären, so ist der Dampfdruck nach oben in demselben:

$$\left(f.g - \frac{\pi d_i^2}{4}\right) \cdot P \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (I)$$

Der Druck nach unten im Grundschieber G beträgt:

$$\left((f.g) - (a.b) + \left(\frac{\pi d^2}{4} - \frac{\pi d_i^2}{4}\right)\right) \cdot P \quad . \quad (II)$$

Ist der Druck nach oben nun gleich dem Druck nach unten, so hebt sich derselbe auf und der Schieber ist entlastet. Man hat also Formel (I) gleich (II) zu setzen, d. h.

$$\left(f.g - \frac{\pi d_i^2}{4}\right) \cdot P = \left[(f.g) - (a.b) + \left(\frac{\pi d^2}{4} - \frac{\pi d_i^2}{4}\right)\right] \cdot P.$$

Hieraus folgt:

$$a.b = \left[(f.g) - (f.g) + \left(\frac{\pi d^2}{4} - \frac{\pi d_i^2}{4}\right) + \frac{\pi d_i^2}{4}\right] \cdot \frac{P}{P}.$$

$$a.b = \frac{\pi d^2}{2}$$

$$\text{oder} \quad d = \sqrt{\frac{4ab}{\pi}}.$$

Die folgende Berechnung giebt die Entlastung des Grundschiebers G, wenn der Punkt x desselben den Punkt y der Schieberöffnung nach der Richtung des Pfeiles überschreitet, und die Einströmungsöffnung $c.e$ frei macht. In diesem Falle wirkt der Dampf auch von aussen gegen den Schieber und zwar nach oben mit einem Maximaldrucke von $(c.e).P$. Um diesen Druck auszugleichen, müssen wir daher in Formel (I) noch diesen Druck $(c.e).P$ substituiren. Der Druck nach oben im Grundschieber G wird demnach betragen:

$$\left((f.g) + (c.e) - \frac{\pi d_i^2}{4}\right) \cdot P \quad . \quad . \quad (III)$$

während der Druck nach unten derselbe bleibt wie in Formel (II) angegeben.

Soll der Druck nach oben sich mit dem nach unten ausgleichen, so hat man (III) gleich (II) zu setzen, mithin:

$$\left((f.g) + (c.e) - \frac{\pi d_i^2}{4}\right) \cdot P = \left[(f.g) - (a.b) + \left(\frac{\pi d^2}{4} - \frac{\pi d_i^2}{4}\right)\right] \cdot P.$$

Hieraus folgt:

$$(c.e) + (a.b) = \left[(f.g) - (f.g) + \left(\frac{\pi d^2}{4} - \frac{\pi d_i^2}{4}\right) + \frac{\pi d_i^2}{4}\right] \frac{P}{P}$$

$$\text{oder} \quad (c.e) + (a.b) = \frac{\pi d^2}{4}.$$

gleich der Kreisfläche des Grundschiebers G mit dem Durchmesser d oder

$$d = \sqrt{\frac{4}{\pi}(c.e) + (a.b)}.$$

Ist $a = c$ und $b = e$, was in der Regel der Fall sein wird, so hat man $\frac{\pi d^2}{4} = 2ab$ oder $d = \sqrt{\frac{8ab}{\pi}}$.

Auf dieselbe Weise wäre die Entlastung des Deckschiebers D zu berechnen.

Unter diesen Verhältnissen ist in der Stellung, wo der Punkt x des Schiebers gerade über den Punkt y der Schieberfläche in der Richtung des Pfeiles fortgeht, die Belastung des Schiebers gleich Null. Schreitet der Schieber weiter nach der Richtung des Pfeiles, so fängt die Belastung wieder an und nimmt zu, bis der Punkt x des Schiebers nach dem Punkte z der Schieberfläche gekommen ist, in welcher Stellung der Schieber seine Maximalbelastung $= c.b.P$ erreicht hat. Geht dann der Schieber wieder nach der dem Pfeile entgegengesetzten Richtung, so nimmt die Belastung wieder ab und wird gleich Null, wenn der Punkt x des Schiebers den Punkt y der Schieberfläche wieder erreicht. Sobald nun der Punkt x noch weiter in dieser Richtung d. h.

über y hinaus, fortschreitet, tritt die Maximalbelastung $c.b.P$ wieder ein, jedoch nur so lange, bis die andere Schieberöffnung anfängt, frei zu werden, in welchem Falle dann dasselbe Spiel in Betreff der Belastung, wie oben erwähnt, stattfindet. Auf diese Weise kann man also den Schieber, soweit es irgend möglich ist, entlasten, was bei Maschinen, welche mit hohem Drucke, wie z. B. Locomotiven, wie auch bei anderen Maschinen, welche mit grossem Schieber arbeiten, von hohem Nutzen sein wird. Auch eignet sich dieser Schieber ganz besonders, seiner einfachen Drehvorrichtung wegen, für Dampfhämmer und Wasserhaltungsmaschinen.

Das Drehen des Schiebers wird durch den Hebel h bewirkt, welcher in eine hin- und hergehende Bewegung zu setzen ist, was bei jeder Maschine ohne irgend welche Schwierigkeiten leicht zu bewerkstelligen ist.

Die Schieberstange besteht aus einem cylindrischen Bügel, in welchen der Deckschieber genau einzupassen ist, und den daran befindlichen Achsenstücken. Auf dem einen Achsenstücke sitzt der Hebel h, während auf dem anderen zwei Muttern angebracht sind, welche durch ein Querstück und zwei Säulchen verhüten, dass der Schieber seine Lage in horizontaler Richtung verändert.

Die Barmer Riemendreherei.

Von **H. Blecher.**

(Vorgetragen in der Sitzung des Bergischen Bezirksvereines vom 1. Februar 1876.)

(Hierzu Tafel III.)

Die Riemendreherei, über welche in keinem fachwissenschaftlichen Werke Ausführliches zu finden ist, zählt zu den bedeutendsten Industriezweigen des Wupperthales und verdient wol in weiteren Kreisen, insbesondere bei Ingenieuren und Lehrern der Ingenieurwissenschaften, mehr bekannt und beachtet zu werden, als dies bisher der Fall war. Denn selbst in den engeren Kreisen der Maschinentechniker ist die Riemendreherei kaum dem Namen nach bekannt, wo aber der Name gehört oder gelesen wird, da werden wol in der Regel falsche Begriffe damit verbunden, und wird vorzugsweise an Lederfabricate gedacht werden, wie etwa an die bekannten gedrehten Lederschnüre für leichten Maschinenbetrieb. Thatsächlich handelt es sich indessen bei der Riemendreherei um Fabricate aus Seide, Baumwolle, Wolle und Leinen, um Litze und Kordel. Das erste Erzeugniss der Barmer Riemendreherei im vorigen Jahrhundert ist allerdings wahrscheinlich ein Ersatz für die ledernen Binderiemen, welche zum Schnüren von Schuhen gebraucht wurden, gewesen, also wol die noch jetzt für Corsets, Schuhe u. dgl. gebrauchten Schnürriemen, flache und runde Schnüre, Litzen oder Kordeln, welche in kurze Stücke geschnitten und an den Enden mit Messing- und Eisenblechspitzen beschlagen wurden. Diese „Riemen“ gaben der Industrie und ihren Maschinen den Namen. Riemengänge wurden auch bis vor nicht allzu langer Zeit namentlich in Elberfeld Schnürriemen-Mühlen genannt und sind ursprünglich einzeln für sich „gedreht“ worden, wie es jetzt auch noch hin und wieder bei Posamentieren, allerdings nicht in Barmen, geschieht. Daraus scheint dann der Name „Riemendreher“, „Riemendreherei“ und „Riemengänge“ entstanden zu sein.

Als der Bedarf grösser wurde, lieferten die einzeln gedrehten Maschinen nicht mehr Ware genug, mochte sich auch der Riemendreher noch so sehr beeilen, oder wie es hier im bergischen Lande heisst „tauen“. Da erfand man eine Einrichtung, mehrere Maschinen auf einem Tische gleichzeitig zu betreiben und gab dieser Einrichtung, wol der erzielten Beschleunigung halber, den Namen „Riemengetau“, wie aus demselben Grunde wol auch der Webstuhl, welcher gleichzeitig viele Bänder anfertigte, „Bandgetau“ genannt wurde. Ein Riemengetau, jetzt Riementisch genannt, besteht aus einem kräftigen Buchenholztisch und einem Getriebe, welches früher ausschliesslich durch Menschenkraft bewegt wurde, wie es jetzt noch in Gegenden geschieht, in denen sich die Riemendreherei auf der Stufe befindet, über welche sie hier vor 25 Jahren hinweg geschritten ist. Je nachdem der Betrieb des Riementisches mittelst eines durch Hand und Arm hin und her geschobenen Hebelwerkes — einer Schwinge — oder mittelst eines Trittwerkes erfolgte, sprach man von einem „Schiebegetau“ oder „Trittgetau“. Ein alter Riementisch sah nach unserem heutigen Begriffe kläglich aus. Auf einem Tische von höchstens 10 Fuss Länge standen ein Dutzend Riemengänge mit je 5, 7, 9, 11, 13, 15 oder 8, 12, 16 Klöppeln, welche so zusammengebaut waren, wie es nur von einem Grobschmied zu Wege gebracht werden konnte.

So ursprünglich die Maschinen aber auch in ihrer Ausführung waren, ihre Einrichtung war im Wesentlichen genau dieselbe, wie die der jetzigen Riemengänge ist. Gerade wie damals bestehen die Riemengänge auch jetzt aus einer Grundplatte und dem dicht darüber liegenden Räderwerke; jedes der Räder trägt auf seiner verlängerten Radnabe eine Scheibe mit Flügeln, in deren Zwischenräumen sich die Klöppel befinden, welche durch einen, in die obere Platte eingeschnittenen Lauf geführt, durch Drehung der Flügelräder von einer Flügelscheibe auf die andere gehen. Je nachdem flache, eckige oder runde Schnüre oder Kordeln geflochten werden sollen, ist der Lauf in der Oberplatte und die Anordnung der Räder verschieden. Auf den Klöppeln befinden sich Holzspulen, deren Fäden in der Mitte der Maschine oberhalb derselben sich vereinigen und durch das Kreuzen der Klöppel sich verschlingen. Die fertige

Schnur wird durch ein an den Gängen befindliches Transportirwerk, „Aufnehmer“ genannt, weiter geleitet und auf Haspel aufgewickelt.

Ursprünglich sollen — der Ueberlieferung nach — in Barmen hölzerne Riemengänge in Anwendung gewesen sein, obgleich darüber nichts Sicheres bekannt ist. Später waren alle Theile der Gänge von Schmiedeeisen, auch sämmtliche Räder mühsam aus einzelnen Schmiedestücken zusammengesetzt. Die Anwendung der gusseisernen Räder war der erste Fortschritt, dem bald, vor etwas mehr als 30 Jahren, die Erfindung der Schläger folgte. Dies sind kleine Kämme von Schmiedeeisen, welche, zwischen die sich vereinigenden Fäden schlagend, das glatte und gleichmässige Flechten der Litzen befördern.

Gegen 1850 wurde damit begonnen, die Riementische statt durch Menschenkraft durch Dampfkraft zu betreiben, zu welchem Zwecke die Triebwerke der Tische entsprechend geändert wurden. 1853 erfand A. Volkenborn in Langenberg die Ausrückung. Bis dahin musste nämlich beim Bruch eines Fadens u. s. w. der stillzusetzende, sehr primitiv durch einige Nägel auf dem Tische festgehaltene Riemengang losgebrochen und von seiner Stelle weggerückt werden, um die Verbindung seiner Räder mit denen des Riementisches zu lösen.

In demselben Jahre liess sich August Birker in Barmen den ersten selbstthätigen Stillsetzer patentiren, der jedoch in dieser ursprünglichen Form eine praktische Anwendung nicht fand, da der Erfinder das Zurückziehen des ganzen Riemenganges beibehielt. In Verbindung aber mit der Ausrückung Volkenborn's und nach Vereinfachung durch einen Wupperfelder Schlossermeister, dessen Name unbekannt geblieben ist, fanden diese Erfindungen bald allgemeine Anwendung.

Seit 1853 wurde an Vervollkommnung der einzelnen Details weiter gearbeitet, wovon namentlich die Anwendung der geschnittenen, gefrästen Räder und des Walzenaufnehmers (1865) hervorzuheben ist. Durch erstere ist die gestattete Geschwindigkeit der Maschine eine bedeutend grössere, der Gang ein ruhiger geworden. Der Walzenaufnehmer ist ein Transportirwerk, durch welches die fertige Litze zwischen drei Walzen hindurchgeführt wird, deren Umdrehungsgeschwindigkeit nach Belieben durch entsprechend ausgewählte Zahnrädchen geändert werden kann. Hierdurch wird die Litze beliebig mehr oder weniger dicht geflochten. Beides wurde durch Birker zuerst angewandt. Den Wupperfelder Maschinenbauern ist hauptsächlich die Ausbildung der 1852 durch A. Volkenborn eingeführten Maschinengänge zu danken. Durch die vereinten Bestrebungen der Barmer Maschinenbauer ist es nunmehr erreicht, dass die Riemengänge jetzt gut construirte und sauber gearbeitete Maschinen sind. Die Grösse derselben ist mit der zunehmenden Accuratesse der Ausführung gewachsen, und haben die grössten Maschinen 129 Klöppel und $1^{m},500$ Durchmesser.

In Barmen, Elberfeld, Schwelm und deren Umgebungen sind ungefähr 1500 Riementische aufgestellt, von denen auf Barmen 1100, auf Elberfeld 250 und auf Schwelm 150 Tische kommen, und welche gegen 3000 Arbeiter beschäftigen.

Das Anlagecapital beziffert sich auf mehr als 10 Millionen Mark, da etwa 6 Millionen auf die Arbeitsmaschinen und 4 bis 5 Millionen auf die Gebäude, Dampfmaschinen, Transmissionen u. s. w. fallen. Es fliesst der Maschinenfabrication, die sich mit Anfertigung der Arbeitsmaschinen beschäftigt, allein durch den Ersatz des abgängigen Maschineninventars der Riemendrehereien jährlich eine Summe von 600000 bis 750000 ℳ zu.

Die Zeichnungen auf Taf. III stellen einen 13er Litzengang vor, dessen Einrichtung nach dem oben Angeführten ohne Weiteres verständlich sein dürfte. Die Fig. 4 bis 9 geben die Anordnung des Laufes für die verschiedenen Arten von Riemen.

Vermischtes.

Zur Erklärung der sogenannten Lichtmühle.

Von Dr. K. List.

Seit meinen Mittheilungen über das Radiometer von Crookes Bd. XX, S. 469 sind zwei Arbeiten veröffentlicht, welche geeignet sind, zur Erklärung dieses interessanten Apparates zu führen. Zunächst sei jedoch bemerkt, dass mehrere bei jener Gelegenheit von mir angestellte Versuche von Rud. Böttger in der ersten Julinummer (No. 13) des von ihm redigirten „Polytechn. Notizblatt“ beschrieben sind. Es sind dies diejenigen, aus welchen sich ergiebt, dass nicht dem Lichte, sondern den dunklen Wärmestrahlen die drehende Wirkung zugeschrieben werden muss, z. B. das Eintauchen in warmes Wasser, das Abkühlen durch Aether. Der Verfasser wünscht zu constatiren, dass ihm die Priorität dieser Versuche zukommt und bedauert das Verzögern der Veröffentlichung jener Mittheilungen.

A. Kundt hat im neuesten Hefte von Poggendorff's „Annalen“ einen „Apparat zur Demonstration der Reibung in einem sehr verdünnten Gase (Vacuum)“ beschrieben. In der einfachsten Form besteht derselbe aus einer Geissler-schen Lichtmühle, auf deren Flügelrade eine kreisrunde Glimmerscheibe befestigt ist. In einer Entfernung von 2 bis 3^{mm} befindet sich über dieser eine zweite ebenfalls um eine verticale Axe drehbare Glimmerscheibe, deren Mittelpunkt senkrecht über dem der unteren ist. Wird nun das Flügelrad und mit ihm die untere Scheibe durch die Sonnenstrahlen oder auf eine andere Weise in lebhafte Rotation versetzt, so geräth allmälig auch die obere Scheibe in Drehung, die in demselben Sinne aber freilich, wie nothwendig, stets langsamer als die untere bleibt. Die Uebertragung der Rotation von der unteren Scheibe auf die obere geschieht hier nur durch die Reibung der geringen Gasmenge, welche sich noch in dem möglichst gut evacuirten Raum befindet.

Wenn hierdurch experimentell nachgewiesen ist, dass verhältnissmässig grosse Quanta von Bewegungsgrösse durch Spuren von gasiger Materie transportirt werden können — ein Satz, welchen Kundt in einer früheren Abhandlung gemeinschaftlich mit Warburg begründet hat (Poggendorff's „Annalen“, Bd. 156, S. 177), so können die Erscheinungen im Radiometer nicht als einfache Wirkungen der absoluten Strahlung, sei es Licht oder Wärme, erklärt werden; man muss

vielmehr ihre Erklärung in den durch die Erwärmung hervorgebrachten Störungen in dem Gleichgewichte der vorhandenen Gasmolecüle suchen. Auf diesem Wege ist R. Finkener zu einer Theorie der Radiometererscheinungen gelangt, die mit den Beobachtungsresultaten im Einklange steht, welche er durch mehrere Reihen von Versuchen erhalten hat. Indem er das Radiometer mit Gasen von verschiedener Dichtigkeit füllte — Luft, Wasserstoff und Kohlensäure — und diese allmälig möglichst stark mittelst einer Quecksilberpumpe verdünnte, fand er, dass

1) bei nicht zu weit getriebener Verdünnung bei gleicher Erwärmung eine bestimmte Bewegung, in einem specifisch leichteren Gase schon bei grösserem Druck stattfindet als in einem schweren. (Bei einer Entfernung der Flamme um 100^{mm} machte das Radiometer in Luft 2 Umdrehungen in der Minute, als der Druck bis auf $3^{mm},_{66}$ Quecksilbersäule gefallen war, in Wasserstoff 2 Umdrehungen bei einem Druck von 9^{mm} und in Kohlensäure bei $3^{mm},_{66}$ Druck nur 0,75 Umdrehungen.)

2) Das Drehungsmoment, welches durch die Flamme auf das Radiometer ausgeübt wird, wächst unter fast gleichen Umständen zunächst mit der Verdünnung der Gase, nimmt aber bei weiterer Verdünnung wieder ab.

3) Dieses Maximum tritt bei Wasserstoff schon bei grösserem Druck ein als bei Luft und Kohlensäure.

Die durch die Versuche nachgewiesene Abnahme des Drehungsmomentes bei weiterer Verdünnung*) beträgt wenigstens 95 pCt. des Minimums derselben, und es spricht keine Thatsache gegen die Annahme, dass bei fortgesetzter Verdünnung eine beliebige Verkleinerung zu erreichen sei. Die strahlende Wärme wirkt also nicht direct abstossend auf die berussten Flügel; sie bedarf eines Gases zum Uebertragen der Wirkung.

Finkener hat nun mit Zugrundelegung der Maxwell-schen Theorie der Gase eine Erklärung der Bewegung des Radiometers gegeben. Das Resultat seiner Erörterungen ist, dass infolge der Temperaturdifferenz auf der berussten und nicht berussten Flügelseite „bei unverdünntem Gase ein Minderdruck auf die berusste Seite stattfinden kann, und dass bei Verdünnung ein Ueberdruck auf die berusste Seite eintritt, der auf die Flächeneinheit bezogen, bis zu einem gewissen Grade der Verdünnung beträgt

$$0{,}2\,\mu\,\frac{l^2}{E\,d}\,p\,\frac{\delta t}{273+t},$$

und der bei sehr weit getriebener Verdünnung durch

$$\tfrac{1}{2}\,\varphi(l)\,p\,e^{-\frac{R}{l}}\,\frac{\delta t}{273+t}$$

dargestellt wird“, wo δt den Temperaturunterschied der beiden Flügelseiten und μ einen Factor bezeichnet, der grösser ist als 1 und zunimmt mit dem Unterschiede, der zwischen der Wandung und der Mitteltemperatur der Flügelseiten besteht; l ist die mittlere Weglänge der Gasmolecüle, E der Mittelwerth aller Entfernungen der Wand von der Grenze, bis zu welcher die Temperatur in einer als Fortsetzung der Flügel gedachten ebenen Fläche eine Erhöhung erleidet, d ist die Seitenlänge der Flügel; $\varphi(l)$ ist für kleinere Werthe von $l = 1$, wächst mit l und nimmt wieder bis 1 ab.

Dieser theoretisch entwickelte Ausdruck stimmt, wie Finkener zeigt, sowol mit den Ergebnissen der Beobachtung überein, wie auch die aus ihr sich ergebenden Folgerungen durch neue Experimente bestätigt worden sind. Da z. B. die den Ueberdruck angebenden Ausdrücke mit abnehmendem E und R wachsen, so nimmt die Drehung unter fast gleichen Umständen mit der Entfernung der Flügel von der Wand ab.

Den Schluss der Mittheilungen bilden Beobachtungen an einem Drehkreuze, an welchem die Flügel zwar senkrecht stehen, aber schief gegen das radiale Kreuz aufgesetzt sind, ferner an einem solchen, dessen Drehungsaxe nicht in der Mitte eines evacuirten Cylinders sich befindet, und eines Rades mit durchbrochenen Flügeln.

*) Um eine möglichst vollkommene Evacuirung zu erhalten, wurde ein Radiometer, das an beiden Enden mit einem Glasrohr in Verbindung stand, mit trockenem Sauerstoff gefüllt, dieser bis zu einem Druck von $0^{mm},_{1}$ ausgepumpt und alsdann in der einen Röhre metallisches Kupfer zum Glühen erhitzt, um den Rest des Sauerstoffs durch Absorption zu entfernen.

Die Resultate Finkener's haben ferner eine Bestätigung gefunden durch Versuche, welche Dr. Hugo Krüss kürzlich veröffentlicht hat (Poggendorff's „Annalen“ 1876, No. 10). Da aus den obigen Formeln Finkener's folgt, dass die Schnelligkeit der Bewegung des Radiometers abnimmt mit dem Wachsen der Entfernung der Flügel von der Wand, so erscheint es wahrscheinlich, dass bei verhältnissmässig sehr grosser Entfernung oder bei gänzlichem Fehlen der Wand die Bewegung ganz aufhört und schliesslich in entgegengesetzter Richtung eintritt. Da ferner auch Finkener's Versuche ergeben, dass bei geringerer Evacuirung die Bewegung langsamer wird, so versuchte Krüss ein Radiometer durch Bestrahlung in gewöhnlicher unverdünnter Luft in Bewegung zu setzen. Weil der Widerstand der Luft in diesem Falle sehr gross ist, so nahm er, um eine grosse erwärmte Luftschicht zu erhalten, die Radiometerflügel ziemlich gross (Glimmerscheiben von 162^{mm} Durchm.) und die Arme des Kreuzes so lang, dass die Mitte desselben von der Mitte der Flügel 200^{mm} entfernt war. Die eine Seite der Flügel war geschwärzt, die andere mit weissem Papier beklebt. Das Ganze schwebte sehr leicht beweglich mit einem Hütchen auf einer Stahlspitze. Als nun durch eine mit einem Reflector versehene 60^{cm} entfernte Lampe die schwarzen Seiten bestrahlt wurden, nahm das Radiometer eine Bewegung von einer Umdrehung in der Minute an und zwar die schwarzen Flächen voran, also in entgegengesetzter Richtung wie die gewöhnlichen Radiometer bei der Bestrahlung. Damit nun der durch die Erwärmung der schwarzen Flächen entstandene aufsteigende Luftstrom einen Widerstand fände, und auf solche Weise auf die schwarzen Flächen ein Minderdruck stattfinden sollte, welcher den durch die stärkere Erwärmung der vorliegenden Luftschicht auf dieselben hervorgebrachte Ueberdruck überwiegen könne, schloss Krüss das Radiometer von drei Seiten durch Bretter ein und legte auf dieselben ein viertes, so dass der Raum dicht über den Flügeln abgeschlossen war. Die Strahlen der Lampe setzten nun das Radiometer in gewöhnlicher Richtung d. h. die weissen Seiten voran, in ziemlich schnelle Bewegung (eine Umdrehung in 26 Secunden). Als das obere Brett entfernt wurde, trat die erwartete Umkehrung nicht ein; das Radiometer drehte sich ebenso schnell wie zuvor; als aber die Seiten weggenommen wurden, trat zunächst kurzer Stillstand und dann umgekehrte Bewegung ein.

Endlich erwähnen wir noch eine Beobachtung von Dr. A. Schuster in Manchester. (Poggendorff's „Annalen“ 1876, No. 9.) Er hing ein Geissler'sches Radiometer bifilar in einem grösseren Gefässe auf, welche er alsdann auspumpte. An der Glashülle war ein kleiner Hohlspiegel befestigt, um eine etwaige Drehung beobachten zu können. Als nun das Licht von einer Hydrooxygenlampe auf das Instrument fallen gelassen wurde, so dass das Kreuz sich schnell in Drehung setzte (etwa 200 Mal in der Minute), beobachtete man, dass die Glashülle in entgegengesetzter Richtung abwich; als aber die Geschwindigkeit constant geworden war, kehrte die Glashülle in ihre anfängliche Lage zurück. Nahm man das Licht plötzlich fort, so drehte sich die Hülle in derselben Richtung wie das Flügelkreuz.

Crookes fand bei einer Wiederholung dieses Versuches in der Weise, dass er das Instrument im Wasser schwimmen liess (also nicht von verdünnter Luft umgeben), dass sich die Hülle „erst drehte, dann still stand und darauf entgegengesetzte Bewegung annahm.“ Endlich nahm sie eine sehr langsame Drehung an und zwar in gleicher Richtung mit dem Kreuze. Als dieses durch einen kräftigen Magnet zum Stillstand gebracht wurde, begann die Hülle sich entgegengesetzt der Bewegung des Kreuzes zu drehen.

Ueber die Lagerung der Walzen in den Gerüsten.

Von R. M. Daelen.

Die Abhandlung des Hrn. L. Mannstaedt über Lagerung der Walzenzapfen, S. 337 d. B., liefert eine neue Bestätigung für die Richtigkeit der Bestrebungen, in den Walzwerken an

denjenigen Punkten Vervollkommnungen zu treffen, wo der grösste Theil der verfügbaren Kraft zur Verwendung gelangt, und dadurch nicht allein hieran zu sparen, sondern auch eine Verminderung des Verschleisses sowie eine Verbesserung des Walzproductes zu erzielen.

Die in dieser Richtung erzielten Erfolge sind gewiss geeignet, zur Fortsetzung der Bemühungen anzuspornen, und dennoch ist ein allgemeiner Fortschritt in dem Bau von Walzenstrassen nicht zu constatiren, da noch viele Techniker der Meinung sind, dass eine möglichst grosse Ungenauigkeit in der Bearbeitung, also grosse Spielräume zwischen den einzelnen Theilen der Lager in den Gerüsten eher zulässig seien als eine möglichst genaue Bearbeitung. Diese hat freilich ihre Grenzen, da das Aus- und Einbauen sowie das Richten der Lagertheile durch ein zu exactes Einpassen erschwert werden würde; aber wenn auf die Construction der Kaliber und deren genaueste Ausführung so grosse Sorgfalt verwendet wird, so ist dabei doch auch vorausgesetzt, dass die Walzen während des Betriebes ihre Lage und Form möglichst beibehalten.

Fig. 1 und 2

Einen Beweis für die Richtigkeit dieses Satzes liefert folgendes Beispiel aus der Praxis: Für die im Holzschnitt Fig. 1 dargestellte Eisenbahn-Oberbauconstruction aus einer Stahlschiene und zwei unter sich verbolzten Winkeleisen bestehend, wurden diese in Heerdt (im Jahre 1867) auf einem Trio von 22 Zoll Walzendurchmesser unter Benutzung sämmtlicher Kaliber hergestellt, und entstand die Schwierigkeit, dass im Fertigkaliber der Ansatz A ($b\ a$ Fig. 2) nicht voll wurde, so dass eine genaue Anlage an den Schienenkopf nicht stattfand. Das Vorkaliber der Unterwalze wurde an der entsprechenden Stelle weiter ausgedreht, um mehr Stoff in das Fertigkaliber zu bringen, und dadurch nach mehreren Versuchen der Zweck erreicht, wenngleich die hier nöthige äusserst exacte Herstellung des Ansatzes immer noch eine stete Sorgfalt im Richten der Walzen erforderte. Das aus geschmiedetem Gussstahl bestehende Oberlager der Mittelwalze liess immer noch ein Heben derselben zu, wenn nicht ein Abstützen gegen das Unterlager der Oberwalze und damit ein Bremsen des Zapfens derselben gestattet werden sollte. Es wurden nun die in Bd. XVI, S. 661 dargestellten Einbaustücken in die Ständer gelegt, welche so eingerichtet waren, dass das Oberlager der Oberwalze auf dem Unterlager der Mittelwalze stand und gleichzeitig deren Oberlager stützte, so dass die Druckschraube fest zugeschlagen werden konnte, und der Druck des Walzens direct auf dieselbe übertragen wurde, ohne dass ein Zapfen gebremst werden konnte.

Das Resultat war überraschend. Während zuvor bei a (Fig. 2) Stoff fehlte, zeigte sich jetzt ein starker Grat, und als das Vorkaliber wieder nach der ursprünglichen Construction geändert wurde, bildete der Ansatz sich in vorschriftsmässiger Form, und konnte das Walzen ohne jede Störung fortgesetzt werden.

In gleicher Weise zeigte es sich bei der Herstellung von Stahlschienen auf Trio-Fertigwalzen, dass eine grosse Verminderung des Lager-, Zapfen- und Walzen-Verschleisses, sowie eine grössere Genauigkeit in der Form der Schienen erzielt wurde; über die Ersparniss an Kraft sind die Angaben in Bd. XVI gemacht worden.

Das Kastenlager war damals auch schon bekannt, es wurde indessen hier das System des Aufeinanderbauens vorgezogen, weil dadurch das Stellen der Lager durch die zwischen liegenden Passstücke erleichtert wurde. Nachdem dieses indessen durch den eingelegten Keil k (Fig. 3) ermöglicht ist, kann die Anwendung des Kastenlagers für kleinere Walzwerke empfohlen werden, jedoch nur für die Mittelwalze, da der Raum zwischen den Zapfen stets knapp bemessen ist und zum grössten Theil für das Oberlager der Mittelwalze genommen werden muss, um ein Durchbiegen desselben zu verhüten; mit Hilfe der Hängeschrauben h, h ist das Richten und Unterlegen der Einbaustücke leicht zu bewirken.

Fig. 3

Für Kaliberwalzen ist die seitliche Anstellung ebenso wichtig wie die von oben nach unten, und gilt dafür derselbe Grundsatz, dass die Schrauben fest angezogen werden müssen, ohne dass eine bremsende Wirkung auf die Brust der Walzen stattfindet.

Bei Anwendung der Brücken wie Hr. Mannstaedt vorschlägt, ist dies nicht leicht zu erreichen und sind die angegossenen Ohren (Fig. 3) schon besser; für schwere Walzwerke muss die seitliche Anstellung indessen so eingerichtet sein, dass jede Walze durch eine einzige Handhabe an je einem Ständer, und alle von derselben Seite der Walzenstrasse aus gerichtet werden können, da sonst die Arbeit des Richtens für den verantwortlichen Meister zu zeitraubend wird.

Heerdt b/Neuss, d. 9. August 1876.

Ueber Whitwell-Apparate.

Von C. Hortmann.

(Vorgetragen in der Sitzung des Siegener Bezirksvereines vom 26. Februar 1876.)

Als der Zweigverein für Eisenhüttenwesen im Jahre 1875 seine Sitzung in Siegen abhielt, wurden auch die Whitwell-Apparate besprochen (Bd. XIX, S. 684), und der Eindruck, den die Theilnehmer über dieselben nach Hause mitnahmen, war, glaube ich, kein günstiger zu nennen.

Bei der grossen Wichtigkeit, die diese Apparate für den Hohofen haben werden, darf ich wol annehmen, dass es von Interesse sein wird, einiges Weitere über dieselben zu erfahren.

In der vorhin erwähnten Sitzung hob ich hervor, dass man in England, Belgien, Frankreich mit den Resultaten, die mit Whitwell-Apparaten erzielt wurden, zufrieden wäre, während man auf den rheinisch-westfälischen Werken keine so

günstigen Resultate aufzuweisen habe, ja, dass man auf letzteren Werken viele sich zeigende Unregelmässigkeiten im Hohofenbetrieb auf diese Apparate zurückführe. Ich hob ferner hervor, dass unsere rheinisch-westfälischen Werke bei weitem nicht die Temperaturen erreichten wie in den andern Ländern, und suchte den Grund für das Geisweider Werk in zweierlei: in dem zu geringen Zug, wodurch man nicht im Stande wäre, genügend Gas zu verbrennen, und in der Gichtconstruction (Centralrohr mit Deckel), durch welche wegen des Aufgebens 6 Stunden in 24 Stunden die Apparate ohne Gas wären. Diese beiden Fälle treffen zu für alle ähnlich dem Geisweider Werk neu angelegten Anlagen, während die älteren Oefen, die mit Parry'schem Trichter geschlossen sind, beim Aufgeben kaum Gas verlieren, aber nicht im Stande sind, so viel Gas in den Apparaten zu verbrennen, bei hinreichendem Zuge, als möglich wäre. Diese letzteren Anlagen können natürlich ihre Apparate wärmer erhalten als erstere, aber nicht so warm, als möglich wäre und nöthig, um den Erwartungen an Whitwell-Apparate zu genügen; daher man von dieser Seite vielfach das Urtheil hört: Wir sind ganz zufrieden mit den Apparaten, aber die Erwartungen entsprechen nicht dem grossen Anlagecapital.

Die Firma J. H. Dresler sen. konnte sich nicht entschliessen, nur den einen Uebelstand zu beseitigen durch Aenderung der Gicht, weil sie sich sagte, dass die jetzige Gichtconstruction für den Ofengang viel vortheilhafter sei als ein Parry'scher Trichter, der bekanntlich viele Mängel hat, oder als der verbesserte Buderus'sche Doppeltrichter, der nach meiner Meinung wegen der Complicirtheit von den Aufgebern nur dann benutzt wird, wenn dieselben beobachtet werden, und sie beschloss zu versuchen, durch einen hohen Schornstein beide vorhin gerügten Uebelstände zu beseitigen. So wurde ein Schornstein von $67^m,5$ Höhe und $1^m,72$ oberer lichter Weite projectirt und sofort in Angriff genommen. Derselbe konnte wegen der vorgerückten Jahreszeit nur auf 47^m Höhe gebracht werden, bei welcher seine obere lichte Weite noch $2^m,5$ beträgt. Der Schornstein wurde in diesen Dimensionen in Betrieb genommen, und nach mehreren Wochen, nachdem derselbe gehörig ausgetrocknet war, zeigte sich, dass dieses Mittel das richtige sei. Während früher der Zug im Schornstein nur etwa 19 bis 20^{mm} zeigte, und die Temperatur der verbrannten Gase noch ungefähr 250^0 war, stieg der Zug bei dem neuen Schornstein nach gehöriger Austrocknung auf 32^{mm}, und die Temperatur der verbrannten Gase fiel auf 130^0 C. Die Folge davon ist, dass die Gase während des Aufgebens in den Apparaten fortbrennen, wodurch die unangenehmen Explosionen, an welchen die Paulinenhütte bis dahin zu leiden hatte, aufhörten, und dass die Gasschieber weiter gezogen werden können, d. h. also, dass mehr Gas verbrannt werden kann als früher. Die Anfangstemperatur des heissen Windes beträgt jetzt im Minimum 600^0 C., und die Endtemperatur fällt höchstens auf 550^0 bei stündlichem Wechseln der Apparate. Seit der Zeit ist die Production 125000 bis 130000 Pfd. bei einem Coksverbrauch von 1100 Pfd. und einem Ausbringen an Eisen aus dem Eisenstein von 43 bis 44 pCt., bei einem sehr garen hoch manganhaltigen Eisen, welches im Bruch meistens noch stark melirt ist. Hierbei muss ich bemerken, dass die Kessel noch genügend mit Gas versehen werden, ja in der meisten Zeit das Gas nicht ganz verwerthet werden kann. Fast nur bei Stillständen wird mit Kohlen geheizt. Der diesmonatliche Verbrauch an Kohlen beträgt nicht ganz 2 Doppelwaggons. Aber ein noch grösserer Vortheil ist der regelmässige Ofengang und die Production eines sich stets gleich bleibenden Roheisens, da mit leichter Aufmerksamkeit stets auf eine gleichmässige Schlacke hingearbeitet werden kann. Die geringste Aenderung in der Schlacke nach der einen oder anderen Seite hin ist in ganz kurzer Zeit durch die Wahl der Apparate unter Zuhilfenahme des Ganges der Gebläsemaschine zu heben. Man hat also den Grad der verlangten Gare des Roheisens weit sicherer in der Hand, als bei den anderen Anlagen möglich ist. Ich will dies an einem extremen Beispiel klar zu machen versuchen.

In den letzten Monaten war ich häufig in der Lage, Treibeisen bis zur Grenze von Rohgang machen zu müssen, ein Unternehmen, zu dem sich grosse Oefen nicht ohne die grösste Gefahr verstehen können. Ich arbeite dann mit dem gewöhnlichen, nicht mit erhöhtem Satz und mit nur zwei Apparaten, während ich die beiden anderen Apparate so lange mit Gas gehen lasse, bis sie in der letzten Kammer recht warm sind, dann verschliesse ich dieselben und lasse sie in Reserve stehen; die beiden abwechselnd mit Gas und Wind arbeitenden Apparate kühlen sich dann bald ab, und ich habe es zu jeder Zeit durch die überheissen, in Reserve stehenden Apparate in der Hand, den Ofengang wieder vollständig gar zu führen. Ich habe den Ofen über acht Tage dauernd auf Treibeisen gehen lassen und arbeite dann mit 100 bis 200^0 Windtemperatur ohne jeden schädlichen Einfluss auf die Apparate. Der in Gas stehende Reserveapparat giebt dann, wenn nöthig, eine Temperatur von 600 bis 700^0 C.

Ich muss jetzt noch auf die Störungen zurückkommen, von welchen in der damaligen Sitzung die Rede war, und von welchen, da sie sich auf fast allen mit Whitwell-Apparaten arbeitenden Werken Rheinlands und Westfalens in ähnlicher Weise zeigten, vielfach angenommen wurde, dass sie durch zeitweise Staubeinwürfe in den Ofen veranlasst seien. An Störungen durch grössere Staubeinwürfe glaubt jetzt wol Niemand mehr, und das Mitführen von etwas Staub durch den Wind beim Wechseln der Apparate ist für den Ofengang nichtssagend. Die angeregten Störungen sind wol meistens auf die vollständige Neuheit der Einrichtungen zurückzuführen und auf die vollständige Ausnutzung des heissen Windes, ohne in der Lage zu sein, vorkommende Unregelmässigkeiten im Ofenbetrieb durch stärkeres Erhitzen der Apparate ausgleichen zu können.

Man hat also für zweierlei Sorge zu tragen:

1) Für Schaffung von sehr hohen Temperaturen, mit denen man beständig arbeitet und

2) für die Möglichkeit, den Wind stets noch höher erwärmen zu können für den Fall, dass der Ofengang es erfordert.

Dann arbeitet man natürlich recht ökonomisch und berücksichtigt dabei die grösstmöglichste Sicherheit des Betriebes. Wenn ich also oben sagte, dass der Wind auf der Paulinenhütte auf 600^0 erhitzt wird, dabei noch genügend Gas vorhanden ist zur Speisung der Kessel, ja dass in der meisten Zeit alles Gas nicht verwendet werden kann, so ist klar, dass, wenn die Möglichkeit gegeben ist, sämmtliches Gas, das der Hohofen liefert in den Apparaten zu verbrennen,

1) die Temperatur, mit der beständig gearbeitet wird, noch erhöht werden kann, durch Verwendung des jetzt überflüssigen Gases oder eines Theils des Gases, das zur Kesselheizung benutzt wird, und

2) bei der geringsten Aenderung des Ofenganges das Gas den Kesseln genommen und noch in den Apparaten verbrannt werden kann, wodurch in kürzester Zeit höhere Temperaturen erlangt und grössere Störungen vermieden werden können. Hat man zufällig weniger Gas, so stellt man zur Sicherheit einen Apparat bis in der letzten Kammer tüchtig warm in Reserve und arbeitet mit sämmtlichem Gas in drei Apparaten, wodurch doch noch Temperaturen über 600^0 hinaus erreicht werden können.

Diese Möglichkeit wird nach den jetzigen Erfahrungen auf Geisweid gegeben sein, wenn der Schornstein seine projectirten Dimensionen erhalten haben wird. Es wird jetzt, nachdem der Ofen mit dem halbfertigen Schornstein arbeitet, schon bedauert, dass letzterer nicht noch grösser angelegt ist, um ganz sicher zu sein, dass obig Gesagtes auch in vollem Masse zutreffen wird. Am allergünstigsten wäre es, den Zug so stark zu nehmen, dass die Gase sich auf der Gicht fast im Gleichgewicht befänden, dass nur noch kleine Flämmchen auf der Gichtoberfläche spielten, dann hätte man bei offener Gicht die vollkommenste Ausnutzung der Gase.

Die Beobachtung des Gases in der Leitung schützt vor Explosionen. Jetzt kann ich mit 7 bis 9^{mm} Zug (z. B. beim schwachen Blasen) in der Leitung arbeiten, ohne Explosionen befürchten zu müssen. Vergrössert sich der Zug, so müssen die Gasschieber etwas geschlossen werden.

Aus dem Vorgetragenen geht weiter hervor, dass es vollständig überflüssig ist, noch einen Generator anzulegen, und dass 4 Apparate vollständig zur Erreichung der höchsten Temperaturen und deren Ausnutzung ausreichen.

Technische Literatur.

Mechanik.

Elemente des graphischen Calculs, von Dr. Luigi Cremona, Professor, Director der königl. Scuola d'applicazione per gl'ingegneri in Rom. Autorisirte deutsche Ausgabe. Unter Mitwirkung des Verfasser übertragen von Maximilian Curtze. 105 S. 8⁰. (Preis 2,80 ℳ). Leipzig, 1875. Quandt & Händel. —

Es ist dies ein vortreffliches Werkchen, das von denjenigen, welche die von Culmann so hoch angeschlagene Bedeutung Cremona's in der neuen Wissenschaft der graphischen Statik kennen und das italienische Original nicht lesen konnten, mit grosser Freude aufgenommen werden wird. Es ist auch ein Genuss, diese von echt wissenschaftlichem Geiste durchwehte kleine Schrift durchzustudiren, welche die Grundlehren der graphischen Statik, ganz der Bedeutung der Kraftgrössen und Momente entkleidet, in dem geometrischen Gewande giebt. Dass das eigentliche graphische Rechnen vom Addiren bis zum Wurzelausziehen in umfassender lichtvoller Darstellung dabei geboten wird, ist selbstverständlich. Ausserdem wird die Lehre von der Schwerpunktsbestimmung von schweren Punkten, Linien und Flächen und die Verwandlung ebener Figuren erschöpft.

Die Uebersetzung ist gut, ebenso die Ausstattung seitens des Verlegers. Nur hätten wir eine weniger feine Zeichnung der Holzschnitte gewünscht, welche nicht selten die Figuren recht undeutlich macht. L.

Die graphische Statik von C. Culmann, Professor am eidgenössischen Polytechnicum zu Zürich. Zweite, neu bearbeitete Auflage. Erster Band. 644 S. 8⁰. Mit 210 in den Text gedruckten Holzschnitten und 17 Tafeln. Zürich, 1875. Meyer & Zeller. —

Seitdem das grundlegende Werk Culmann's im Jahre 1864 erschien, hat die graphische Statik eine ausserordentliche Verbreitung gefunden, so dass dem Schöpfer dieses neuen Wissenszweiges längst zahlreiche Mitarbeiter auf dem so ergiebigen Felde beigesellt sind. Mehrere diese Wissenschaft behandelnde Werke und zahlreiche Abhandlungen in Zeitschriften sind erschienen, ohne dass jedoch an Gründlichkeit der Behandlung und wissenschaftlicher Strenge das Culmann'sche Buch je übertroffen wurde. Es wurde vielmehr und sicher auch mit Recht der Versuch von verschiedenen Seiten durchgeführt, die Lehren der Graphostatik zu entwickeln, ohne die Vorkenntnisse der neueren Geometrie voraussetzen zu müssen.

Gewiss wird es mit grosser Freude begrüsst werden, dass der Schöpfer der graphischen Statik nach mehr als zehnjährigem Zeitraume — welcher genügen musste, um diese neue Wissenschaft die Feuerprobe ihrer Nützlichkeit und Nothwendigkeit glänzend bestehen zu lassen — es wieder selbst unternimmt, den wissenschaftlichen Bau den zahlreichen Fortschritten entsprechend neu aufzurichten. Denn nichts weniger als dies hat Culmann unternommen, indem er jetzt die zweite Auflage seines classischen Buches erscheinen lässt, welche in ihrem ersten Bande bereits vorliegt, dessen Umfang allein den des ganzen Werkes in der ersten Auflage fast übertrifft.

Die zahlreichen Erweiterungen hier genauer anzugeben, müssen wir schon des Raumes wegen unterlassen; und auf die Bedeutung der graphischen Statik überhaupt einzugehen, hiesse heute Eulen nach Athen tragen. Hat doch diese Zeitschrift bereits die erste Auflage des Buches in einer ausführlichen Besprechung eingehend gewürdigt.*)

Freilich ist Culmann selbst nicht sonderlich zufrieden mit der Aufnahme der graphischen Statik in Deutschland und findet ihre Pflege in Italien wissenschaftlicher und deshalb lobenswerther, während Frankreich und England sich noch nahezu passiv verhalten.**) Dennoch muss constatirt werden, dass alle technischen Hochschulen Deutschlands die neue Wissenschaft als Unterrichtsgegenstand eingeführt haben, und dass durch die damit verbundene Pflege und Verbreitung auch ein sicherer Boden gewonnen ist, von welchem aus ihre Nutzbarmachung im praktischen Berufe des Bauingenieurs mit Zuversicht erwartet werden kann.

Der erste Band der neuen Auflage ist der graphischen Statik und dem graphischen Rechnen insbesondere gewidmet, während der zweite die Anwendungen dieser Lehren auf Aufgaben aus dem Ingenieurbauwesen enthalten wird. Ausser den sachlichen Erweiterungen, welche die neue Auflage enthält, wie namentlich in der Lehre von den statischen und den Trägheits-Momenten, ist dem Buche in der Methode eine Vervollständigung erwachsen dadurch, dass den geometrisch-graphischen Lösungen auch die analytisch-rechnerischen beigegeben sind.

Bei einem Buche, wie dem vorliegenden, ist eine Kritik, auch wenn wir derselben fähig wären, nicht am Platze. Freuen wir uns vielmehr, dass die deutsche technische Literatur solche Meisterwerke zu Tage fördert. Die deutsche technische Wissenschaft wird sie zu verarbeiten haben.

Doch sei diese kurze Anzeige nicht geschlossen, ohne auch den Verdiensten des Verlegers gerecht zu werden, welcher dem Buche eine mustergiltige Ausstattung hat zu Theil werden lassen. L.

*) Vgl. Bd. XII, S. 435 d. Z.

**) Das einzige in Frankreich erschienene bezügliche Werk ist: La statique graphique par M. Levy, Paris, Gauthier Villars, 1874.

Mathematik.

Elementarbuch der Differential- und Integralrechnung mit zahlreichen Anwendungen aus der Analysis, Geometrie, Mechanik, Physik u. s. w. für technische Lehranstalten und zum Selbstunterricht bearbeitet von Friedrich Autenheimer, gew. Rector der Gewerbeschule in Basel u. s. w. Zweite Auflage. Mit 138 in den Text eingedruckten Holzschnitten. 416 S. (Preis 7,50 ℳ). Weimar, 1875. B. F. Voigt. —

Das Eigenthümliche des vorliegenden Lehrbuches besteht darin, dass es den theoretischen Theil der Differential- und Integral-Rechnung nicht zusammenhängend in abstracter Entwickelung darstellt, sondern nach kurzer Begründung der Begriffe und Eigenschaften eines ersten Differentials und einfachen Integrals, unmittelbar zur Anwendung derselben auf die Auflösung zahlreicher Probleme aus den verschiedensten Gebieten der Mathematik, Mechanik und Physik übergeht. Ein zweiter Theil betrachtet dann die Differentiale höherer Ordnung und vielfache und bestimmte Integrale mit zahlreichen dahin gehörigen Aufgaben. Das rein theoretische mathematische Moment tritt bei dieser Anordnung verhältnissmässig zurück, während die für die studirenden Techniker besonders wichtige praktische Verwendbarkeit der höheren Analysis vorzugsweise betont wird. Die sehr geschickt gewählten Beispiele sind anregend und instructiv, ob aber das Buch bei der Kürze der mathematischen Entwickelung auch für das blosse Selbststudium ausreicht, möchten wir dahingestellt sein lassen. Dr. E. F.

Logarithmisch-trigonometrische Tafeln mit sechs Decimalstellen. Mit besonderer Rücksicht auf den Schulgebrauch bearbeitet von Dr. C. Bremiker, Professor und Sectionschef im königl. geodätischen Institut in Berlin. Vierte durchgesehene und verbesserte Stereotyp-Ausgabe. 544 S. (Preis 4,20 ℳ). Berlin, 1876. Nicolai'sche Verlags-Buchhandlung. —

Da die logarithmische Rechnung mit sieben Decimalstellen für die meisten Zwecke der Schule und Praxis eine nicht erreichbare oder doch überflüssige Genauigkeit voraussetzt, so ist das Erscheinen einer wohlfeilen sechsstelligen Logarithmentafel mit Dank anzuerkennen. Die vorliegenden Bremiker'schen Tafeln enthalten in den ersten beiden Abschnitten die gewöhnlichen logarithmischen und trigonometrischen Tabellen, in einem dritten Theile die vielfach praktisch verwerthbaren Gauss'schen oder Additions- und Subtractions-Logarithmen, während in einer Reihe kleineren Tafeln das metrische System nebst Mass-, Gewichts- und Münz-Verhältnissen zusammengestellt ist. Das Buch ist zu den besten seiner Art zu rechnen. Dr. E. F.

Theorie und Gebrauch des logarithmischen Rechenschiebers. Sep.-Abdr. aus Culmann's graphischer Statik, mit Beispielen erläutert von Ludwig Tetmajer. Mit 16 Holzschnitten und 1 Tafel. 66 S. Zürich, 1875. Meyer und Zeller. —

Wie der Hr. Verfasser in der Einleitung treffend bemerkt, gehört der logarithmische Rechenschieber unstreitig zu den nützlichsten Instrumenten, deren sich der gebildete Techniker bei Berechnung und Construction seiner Objecte überhaupt bedienen kann. Die vorliegende Schrift bedarf als Separatabdruck aus Culmann's graphischer Statik übrigens kaum noch einer besonderen Empfehlung, abgesehen von dem Umstande, dass der Rechenschieber mit der graphischen Statik wenig zu thun hat und ohne deren Kenntniss verstanden werden kann.

Die Schrift giebt auf 66 Seiten und 1 Tafel Diagramme die Theorie und den Gebrauch der einfachen logarithmischen Massstäbe und Rechenschieber und enthält neben den nöthigen Tabellen der gebräuchlichsten Formeln für Inhalte und der specifischen Gewichte einer grossen Anzahl von Materialien u. s. w. zahlreiche Beispiele der Anwendung des Schiebers zu einfachen Rechnungsarten, als auch zur Berechnung der Dimensionen einzelner Constructionstheile an beliebigen Objecten des Ingenieurfaches. Besonderes Interesse bieten S. 42 bis S. 60, da hier noch der verbesserten Schieber, des zuerst bei der Aufnahme der Züricher Cantonskarte im Grossen zur Anwendung gekommenen trigonometrischen Schiebers, sowie einiger neueren und älteren Schieber für specielle Zwecke gedacht ist. Den Schluss der Arbeit, die wir hiemit allen Technikern aufs Beste empfohlen haben möchten, bildet noch ein „Ueber graphische Darstellungen im Allgemeinen" überschriebenes Capitel.

Im Falle einer Umarbeitung der vorliegenden Schrift behufs Neuauflage, würden wir den Herrn Verfasser ersuchen, der Geschichte und Literatur der Schieber, sowie auch den Rechenscheiben einige Beachtung zu schenken, wodurch die vorzügliche Arbeit noch an Werth gewinnen dürfte. E. F.

Anleitung zu Vermessungen in Feld und Wald. Insbesondere für das Bedürfniss von Forst- und Landwirthen, bearbeitet von Dr. C. Bohn, Prof. an der königl. bayerischen Central-Forstlehranstalt zu Aschaffenburg. Mit 179 in den Text gedruckten Holzschnitten. 320 S. Berlin, 1876. Wiegandt, Hempel und Parey. —

Das Buch giebt dem gebildeten Laien eine recht fassliche Anleitung zur Ausführung der gewöhnlich vorkommenden Feldmessarbeiten, Horizontalaufnahmen wie Nivellements. Vom Einfacheren zu genaueren Ausführungen fortschreitend werden die vorzunehmenden Arbeiten, die dazu erforderlichen Instrumente beschrieben und ihre Prüfung gezeigt. Dies ist insofern abweichend von dem sonst üblichen Gange der Unterweisung, wo erst die Instrumente nach ihren Principien eingehend erläutert, dann ihr Gebrauch auseinander gesetzt wird, dürfte aber keineswegs dem letzteren nachstehen. Recht wichtig ist, dass bei jeder Operation die erreichbare Genauigkeit angegeben ist, um leicht beurtheilen zu können, welche einfachste Methode für den jedesmal vorliegenden Zweck ausreichend ist.

Ein recht vollständiges Sachregister erleichtert die Orientirung in dem Buche. R. Z.

Naturwissenschaften.

Die Theorie der Wärme. Von Dr. Hermann Scheffler. Mit einer Figurentafel. 71 S. Braunschweig, 1875. Vieweg & Sohn. —

Unter diesem Titel liegt uns eine kürzere speculativ-theoretische Darstellung der wichtigsten Wärmegesetze vor, welche in der Auffassung vieles Eigenthümliche und selbst den gewöhnlichen Anschauungen Widersprechende enthält. Eine eingehendere Beurtheilung erscheint jedoch noch nicht angebracht, da die Arbeit nur als eine aus dem Zusammenhang einer grösseren Untersuchung gerissene „Episode" angekündigt wird, und viele Grundhypothesen derselben, wie z. B. die vom Wesen der Atome, ohne diesen Zusammenhang nicht recht verständlich sind. Wir sind deshalb begierig auf das ganze Werk: „Die Naturgesetze von Dr. Hermann Scheffler", zumal da der beigefügte Prospectus viel, fast unglaublich viel verspricht. Dr. E. F.

Allgemeine Technologie.

Karmarsch und Heeren's technisches Wörterbuch. Dritte Auflage ergänzt und bearbeitet von Kick und Gintl, Professoren an der k. k. deutschen technischen Hochschule in Prag. Mit gegen 2000 in den Text gedruckten Abbildungen. 2. bis 17. Lieferung. S. 81 bis 800 und 1 bis 560. Prag, 1874 bis 1876. Verlag der Bohemia. —

Die günstigen Erwartungen, welche die Bd. XIX, S. 166 d. Z. besprochene 1. Lieferung der vorliegenden Encyklopädie erweckte, sind durch die seitdem erschienene Fortsetzung derselben bis zu Lieferung 17 nur bestätigt worden. Es ist wol einleuchtend, dass ein allgemeines Uebersichtswerk, welches in bestimmtem Rahmen fast alle Fächer der Technik umfassen soll, nicht so ins Einzelne gehen kann, wie ein specielles Handbuch oder auch ein nur auf ein Fach beschränktes Sammelwerk, immerhin aber geben die Artikel des Werkes das Wichtigste über bestimmte Fabricationen und Verfahren, welches dann meistens für die eingehendere Belehrung durch einen Nachweis auf die einschlägige Literatur ergänzt wird.

Wir halten demnach das Werk für ein sehr brauchbares und wünschen nur, dass es baldigst weiter im Alphabet vorrücke. R. Z.

Feuerungen und Dampfkessel.

Technische und gewerbliche Mittheilungen des Magdeburger Vereines für Dampfkesselbetrieb. Herausgegeben unter Mitwirkung namhafter Fachmänner vom Directorium des Vereines. 1. Heft. Mit 4 Tafeln Abbildungen. (Preis für den Jahrgang von 4 Heften 12 ℳ). Berlin, 1876. Fr. Kortkampf. —

Die bisher in Gestalt von Flugblättern und zwanglosen Heftchen veröffentlichten Mittheilungen des Magdeburger Vereines für Dampfkesselbetrieb sollen von jetzt ab eine regelrechte und geordnete Form erhalten, und durch den Buchhandel jedem Interessenten zugänglich werden. Es werden jährlich vier Hefte ausgegeben, jedes 6 bis 7 Bogen stark und je in zwei besonders paginirte Abtheilungen geschieden, deren erste, wie früher speciell von Hrn. Weinlig bearbeitet, die Angelegenheiten des Vereines, soweit sie von allgemeinerem Interesse, und technische Aufsätze über Dampfkesselbetrieb bringt. Die zweite enthält unter der Ueberschrift „Gewerbliches" Gesetze, Verordnungen, sowie Erklärungen derselben, Statistik und Verwandtes.

Wir glauben, dass die immer schon gern gelesenen Mittheilungen auch in der neuen Form zahlreiche Freunde gegewinnen werden. R. Z.

Ueber die Prüfung der Materialien zu Dampfkesseln. Von R. Weinlig, Director des Magdeburger Vereins für Dampfkesselbetrieb. 22 S. (Preis 0,60 ℳ). Berlin, 1876. Fr. Kortkampf. —

Der infolge der überstürzten Fabrication der Vorjahre sich fühlbar machende Rückgang in der Qualität der Kesselbau-Materialien, wie auch die Ungleichmässigkeit in der Güte derselben machen es nach Ansicht des Verfassers auch den Kesselrevisions-Vereinen zur Pflicht, festzustellen, welche Anforderungen an brauchbares Kesselmaterial zu stellen sind, und sich davon zu überzeugen, dass diese Anforderungen auch erfüllt werden.

In der vorliegenden Broschüre wird nun in sachgemässer Weise dargelegt, welche Proben mit den verschiedenen Blech- und Eisensorten und wie dieselben anzustellen sind, wie man danach die Materialien zu classificiren habe, und welche Classen für die einzelnen Kesseltheile zur Verwendung kommen müssen. R. Z.

Bauwesen.

Die Festigkeit der Baumaterialien. Resultate der Untersuchungen in der Station zur Prüfung der Festigkeit von Bausteinen an der königl. Gewerbe-Akademie zu Berlin. Von Dr. Böhme, Vorsteher der Station. Erstes Heft mit 7 Tafeln. 134 S. 4. (Preis 10 *M*). Berlin, 1876. Nicolai'sche Verlags-Buchhandlung. —

Es darf als bekannt vorausgesetzt werden, dass an der königl. Gewerbe-Akademie zu Berlin eine Station zur Prüfung der Festigkeit der Baumaterialien besteht und Jedermann zur Benutzung zugänglich ist. Die Resultate der Thätigkeit jenes Institutes wurden anfangs in den „Verhandl. des Vereines zur Beförderung des Gewerbfleisses" niedergelegt. Die hierdurch nur einem verhältnissmässig sehr engen Kreise bekannt gewordenen Untersuchungen erklären die anfänglich nur geringe sich fast ausschliesslich nur auf Berliner Verhältnisse erstreckende Benutzung des für die praktische Baukunde so ausserordentlich wichtigen Institutes. Trotzdem hat dasselbe seit einigen Jahren an Frequenz so zugenommen, dass es mit dem laufenden Jahre, vielfachen Anforderungen nachkommend, mit der allgemeinen Veröffentlichung der gewonnenen Versuchs-Resultate, vom 1. März 1871 beginnend und bis zum 5. Juni 1875 reichend, in seinem ersten Hefte auftritt. Gemäss der bisherigen Einrichtung der Prüfungs-Station erstreckt sich die Thätigkeit derselben zunächst auf Bausteine, künstliche wie natürliche, und auf deren Verbindungsmaterialien, doch wird sie auch nach den in Aussicht genommenen Erweiterungen für die Folge der Prüfung anderer Baumaterialien zugänglich gemacht worden. Wenngleich die im vorliegenden ersten Hefte veröffentlichten Resultate der Festigkeit gegen Druck, Zug und Bruch zum grössten Theile auf die in Berlin verwendeten natürlichen und künstlichen Mauersteine sich erstrecken, so bietet dasselbe nichts desto weniger einen so reichen Schatz von Coefficienten, dass der Werth desselben über aller Empfehlung steht. Nicht blos, dass dem praktischen Ingenieur und Baumeister neben der grossen Reihe ihm neuer Zahlenwerthe Gelegenheit zur Rectification mancher veralteten Angabe geboten wird, werden diese fortlaufenden Veröffentlichungen den Fabrikanten künstlicher Baumaterialien veranlassen, seinem Fabrikat die möglichst günstigen Festigkeitscoefficienten zu verschaffen, und zur Förderung der Technik auf diesem Gebiete ausserordentlich beitragen. Die Richtigkeit dieser Voraussetzung folgt bereits aus einer genauen Vergleichung der mitgetheilten Versuchsresultate für Backsteine aus der kurzen Periode von 4 Jahren.

Wir sehen mit Sicherheit voraus, dass binnen wenigen Jahren die Veröffentlichungen sich über die Materialien des ganzen Reiches ausdehnen, und dass sie jedem Ingenieur, dem Gelegenheit, Zeit oder Mittel fehlen, eine Reihe kostspieliger Versuche selber anzustellen, über die Festigkeit seiner heimathlichen Baumaterialien belehren werden. Wenn wir gleichzeitig dabei hervorheben, dass diese an einer Centralstelle mit denselben Einrichtungen und in derselben Weise erhaltenen Coefficienten den allein giltigen Massstab für weiter gehende Vergleichungen abgeben und den ersten Anspruch auf Richtigkeit machen können, so dürfte diese Behauptung wol keinem Widerspruche begegnen.

Die beigegebenen Tafeln enthalten die für verschiedene Cemente mit verschiedenen Sandzusätzen gewonnenen Resultate in einer Beobachtungszeit von 1 Woche bis 3 Monat. Sie bieten das durch keine andere Darstellung zu erreichende Mittel übersichtlicher Vergleichung.

Wir fügen am Schluss noch hinzu, dass sich die Thätigkeit des mehrerwähnten Institutes auch auf Versuche zur Feststellung der Wetter- und Feuerbeständigkeit der Baumaterialien bezw. Bausteine erstreckt. Dm.

Die Verwendung des Eisens beim Hochbau. Von W. Jeep, Ingenieur und Director der städt. Baugewerken- und Maschinenbauschule der Stadt Sulza. Mit über 800 Holzschnitten und 14 lithographirten Tafeln. 1. Lieferung. S. 1 bis 112. Tafel I. (Preis pro Lieferung 2,80 *M*). Leipzig, 1876. B. G. Teubner. —

So weit es sich aus der vorliegenden ersten der in Aussicht genommenen sechs Lieferungen beurtheilen lässt, scheint das Buch seinem Zwecke, dem Bauhandwerker Entwurf und Construction von Hochbauten in Eisen zu ermöglichen, im Allgemeinen recht gut entsprechen zu wollen. Der Anfang bringt eine elementar behandelte Festigkeitslehre, natürlich mit ausführlicher Besprechung aller vorkommenden Querschnittformen und durch zahlreiche Beispiele erläutert. Der nächste, in dieser Lieferung nur begonnene Abschnitt handelt von der Gewinnung und Verarbeitung des Eisens. Hier wollen wir die Notizen über gute und schlechte Eigenschaften des Materials, Bruchaussehen, Anstellung von Proben wol gelten lassen, die Beschreibung des Hohofens, und gar des Raschette'schen halten wir für sehr überflüssig für den Zweck des Buches.

Ein weiteres Urtheil wird erst bei Erscheinen der übrigen Lieferungen sich fällen lassen. R. Z.

Regulirung oder Canalisirung der deutschen Flüsse. Eine Zeitfrage mit Randglossen unter Hinweis auf die unserem Vaterlande in immer kürzeren Perioden und in immer schlimmerem Grade bevorstehenden Ueberschwemmungsgefahren. Von einem deutschen Ingenieur. Im März 1876. 90 S. Wiesbaden, 1876. Chr. Limbarth. —

Der Verfasser weist in seiner Broschüre nach, dass das in diesem Jahrhundert in Deutschland in Anwendung gebrachte System der Flussregulirungen durch Einschränkung des Strombettes nicht im Stande gewesen ist, den Wasserwegen eine für die Schifffahrt genügende Tiefe zu jeder Zeit zu sichern, dass dagegen zum Theil durch diese Einschränkungen plötzliche grosse Hochwasser an Gefährlichkeit bedeutend zugenommen haben. Der schlechte Zustand der Wasserwege habe zu einer Vernachlässigung derselben und zu einer in wirthschaftlicher Hinsicht schädlichen Bevorzugung der Eisenbahnen geführt, durch eine rationelle Canalisirung der Stromläufe werden diese wieder in ihr Recht für den Massentransport eingesetzt und dadurch gesundere Zustände von Neuem herbeigeführt werden.

Abgesehen von einigen Ueberschwenglichkeiten und einer jetzt wol überflüssigen Expectoration über die Gründerperiode bringt die Schrift in anregender Darstellung recht interessante Gesichtspunkte zur Sprache und kann als vollkommen zeitgemäss mit Recht empfohlen werden. R. Z.

Eisenbahnwesen.

Eisenbahn-, Zeit- und Streitfragen. Erörterungen und Beiträge zur Verbreitung der Kenntniss und Klärung des Urtheils vom Eisenbahnwesen. Von Fr. Wilhelm Rohr in Darmstadt. Nr. 2. Organisation und Verwaltung. 45 S. Stuttgart, 1876. Julius Mayer. —

In der Annahme, dass dem Techniker für die höheren Posten der Eisenbahnleitung die erforderlichen Kenntnisse in der Verwaltung, dem Juristen die dringend erforderlichen technischen Vorkenntnisse fehlen, beiden aber die Beherrschung des nicht minder wichtigen wirthschaftlichen Theiles des Eisenbahnwesens abgeht, vertritt der Verfasser den auch schon von anderer Seite gemachten Vorschlag eines besonderen Eisenbahnfaches mit geregeltem theoretischen und praktischen Studiengang und den erforderlichen Prüfungen für den niederen und höheren Eisenbahndienst, ähnlich wie dies bei dem Postwesen bereits durchgeführt ist.

Die zweite Abtheilung behandelt die Verwaltung der Eisenbahnen, die Abgrenzung der einzelnen Zweige derselben, ihre Neben- und Ueberordnung, Alles von dem Gesichtspunkte aus betrachtet, den jetzt herrschenden schleppenden Geschäftsgang möglichst zu beleben.

Manches wird zwar nicht in der vom Verfasser vorgeschlagenen Weise sich durchführen lassen, immerhin sind aber seine Entwickelungen bei dem Interesse, welches die Frage jetzt hat, recht lesenswerth. R. Z.

Arbeitsmaschinen.

Die Nähmaschine. Ihre geschichtliche Entwickelung, Construction und ihr jetziger Standpunkt von H. Richard, Assistent u. s. w. am königl. Polytechnikum zu Hannover. Mit 10 lithograph. Tafeln. 132 S. Hannover, 1876. Helwing. —

Seit Erscheinen der auch in d. Z. Bd. VII., S. 327, besprochenen Herzberg'schen Monographie über Nähmaschinen sind mit dieser Maschine so mannigfache Veränderungen und Verbesserungen vorgenommen, sind so manche neue Anordnungen derselben aufgetaucht, hat dieselbe endlich eine Stellung in Familie und Gewerbe erlangt wie keine andere Maschine. Mittheilungen über die Wandelungen und Fortschritte im Bau und Gebrauch der Nähmaschine finden sich in der ganzen technischen Literatur zerstreut, und es ist dem Verfasser des uns vorliegenden Buches wohl zu danken, dass er die zersplitterten Notizen zusammengefasst und mit eigenen Erfahrungen bereichert in deutlicher, leicht verständlicher Schreibweise zu einem Bilde geordnet hat.

An eine Darstellung der Geschichte des Nähmaschinenbaues schliesst sich die Beschreibung der jetzt gebräuchlichen Systeme von Nähmaschinen, zunächst der für allgemeinen Gebrauch, dann auch der für specielle Zwecke. Ueberall wird die Beschreibung durch passende Abbildungen der Details unterstützt. R. Z.

Landwirthschaftliche Maschinen.

Die Leistungen der Mähemaschinen. Amtlicher Bericht über die Mähmaschinen-Concurrenz, welche von dem landwirthschaftlichen Centralverein für den Regierungsbezirk Potsdam vom 17. bis 25. Juli 1875 in Angermünde veranstaltet worden ist. Im Auftrage des Vorstandes herausgegeben von Dr. Albert Wüst, Professor an der Universität in Halle a/S. Mit 50 in den Text gedruckten Holzschnitten. 126 S. Berlin, 1875. Wiegandt, Hempel & Parey. —

Der vorliegende Bericht unterscheidet sich vortheilhaft von den meisten ähnlichen durch die gründliche Behandlung des Gegenstandes und die Art, wie er seine Aufgabe zu lösen sucht. Während viele Berichte sich darauf beschränken die Resultate anzuführen, zu denen die Preisrichter gelangt sind, wird hier ein möglichst getreues Bild, durch Beschreibung und 50 Holzschnitte, von den vorgeführten Maschinen gegeben. Ferner werden die zur Beurtheilung der Maschinen gemachten Beobachtungen einzeln aufgeführt, und es wird das Verfahren erläutert, nach welchem die einzelnen Thatsachen zu einem Gesammturtheil combinirt, schliesslich zur Prämiirung der besten Maschinen führten. So wird der Leser des Berichtes befähigt, sich ein klares Urtheil über die Eigenschaften jeder einzelnen Maschine zu bilden, und kann danach leicht herausfinden, welche Maschine für besondere Verhältnisse die beste sein würde, indem er den für den speciellen Fall hervorragend wichtigen Eigenschaften höhere Werthe beilegt, als es die Preisrichter gethan haben. Anleitung hierzu giebt die Tabelle Seite 108, in deren Columnen die Maschinen in eine solche Rangordnung gebracht sind, wie sie bezw. die beste Arbeit, die grösste Leistung, die grösste Dauer, die einfachste Handhabung u. s. w. zeigten. Am Schluss sind noch Verbesserungsvorschläge gemacht, für deren Werth schon der Name des durch sein Specialwerk über Mähemaschinen bekannten Verfasser Bürgschaft leistet. G.

Industrielle Unternehmungen.

Beleuchtung von Werkstätten durch elektrisches Licht. — Hierüber findet sich in dem „Bull. de le Soc. de l'Industrie minérale", V, S. 373, ein längerer Artikel von Lemonnier, in welchem die früheren Versuche, die dazu verwendete elektrodynamische Maschine von Gramme u. s. w. näher beschrieben werden. Wir entnehmen derselben hier die Anlage- und Unterhaltungskosten für die Beleuchtung der Werkstätten von L. Sautter, Lemonnier & Co. in Paris. —

Die Fabrik beschäftigt sich mit dem Bau von Leuchtthürmen und zugehörigen Apparaten und hat eine Werkstatt bestehend aus zwei Sälen von 30 m Länge und je 22 m Breite ohne Zwischenwand. An die Mittelstützen ist in Höhe von 5 m ein 10 m breites Zwischenstockwerk angeschlossen, für die leichteren und genaueren Arbeiten.

Zur Beleuchtung dienen drei Gramme'sche Maschinen, welche bei der Dampfmaschine untergebracht sind und von der Transmissionswelle aus mit 850 bis 900 Umdrehungen betrieben werden. Die entsprechenden drei Lampen (Regulatoren) hängen in $8^m,_{50}$ Höhe über dem Fussboden und zwar die eine in der Mitte des einen Langraumes, die beiden anderen in dem zweiten, je 4 m von den Giebelwänden entfernt. Das Licht derselben reicht vollständig zur Beleuchtung des Raumes aus, und sind die Regulatoren so angeordnet, dass während der Erneuerung der Kohle in dem einen die beiden anderen in Thätigkeit sind.

Es stellen sich die Anlagekosten folgendermassen:

3 Gramme'sche Maschinen	Frcs.	4500
3 Regulatoren	-	1350
3 Commutatoren	-	45
3 Drahtleitungen, zus. etwa 85 Meter zu 3 Frcs.	-	255
Transmissionen, Riemen u. s. w.	-	175
Zusammen	Frcs.	6345

Andererseits ergeben sich die Betriebskosten für 120 stündige Beleuchtung (Monat Januar):

$26^m,_{45}$ Kohlenstifte von 9 mm Dicke zu $1,_{60}$ Frcs.	Frcs.	$42,_{32}$
1320 k Steinkohlen als Zusatz für etwa 6 Pfdest. geschätzt, zu 30 Frcs. die Tonne . . .	-	$39,_{60}$
Arbeitslohn	-	$2,_{80}$
Schmier- und Putzmaterial	-	$0,_{95}$
	Frcs.	$85,_{67}$

oder für 1 Stunde $\frac{85,_{67}}{120} = 0,_{72}$.

Rechnet man 1000 Beleuchtungsstunden im Jahre und 10 pCt. Amortisation der Anlage, so ergiebt sich für die Stunde ein Zuschlag von Frcs. $0,_{63}$, die Gesammtkosten pro Stunde also

$$0,_{72} + 0,_{63} = \text{Frcs. } 1,_{35}.$$

Dagegen verbrauchten die früher verwendeten 115 Gasflammen stündlich $12^{cbm},_{07}$, die zu Frcs. $0,_{30}$ pro Cubikmeter einen Aufwand von Frcs. $3,_{62}$ erfordern. Die stündliche Ersparniss bei der elektrischen Beleuchtung stellt sich also auf

$$3,_{62} - 1,_{35} = 2,_{27} \text{ Frcs.}$$

R. Z.

Verschiedenes.

Maschinenbau-Anschläge. Angabe der Dimensionen, Leistungen, Gewichte, Preise von Materialien, Maschinen, technischen Apparaten, Eisenbauconstructionen und Fabrikanlagen. Herausgegeben von Friedrich Neumann, Ingenieur. 2 Bände I. S. 1 bis 256 mit 7 Tafeln und mit Holzschnitten: II. S. 257 bis 576 mit 18 Tafeln. Halle, 1875. G. Knapp. —

Am Schlusse seiner Vorrede empfiehlt der Verfasser, denen, welche jetzt in Referaten nachweisen wollen: das erste hätte so, das zweite so, und drum das dritte und vierte so sein müssen, eine gleiche Arbeit erst selbst zu machen. Wir kommen darin seinem Wunsche nach, dass wir die Bedenken gegen seine Arbeit nicht aufzählen und begründen, sondern constatiren einfach, dass eine Zusammenstellung von Logarithmentafeln, Constructionsregeln und Preiscouranten kein Anschlag ist. Die Regeln hat der Constructeur im Kopf, die Preiscourante liefert ihm jede Specialfabrik zeitgemäss.

Das vorliegende Buch ist also einfach als überflüssig zu bezeichnen. R. Z.

A. W. Schade's Buchdruckerei (L. Schade) in Berlin, Stallschreiberstr. 47.

ZEITSCHRIFT
DES
VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE.

1877. **Band XXI. Heft 2.** **Februarheft.**

Abhandlungen.

Beitrag zur Theorie des Universalzirkels von Peaucellier, mit besonderer Berücksichtigung seiner Anwendung als vollkommene Geradführung.

Von **Heinrich A. Hülsenberg**, Ingenieur.

(Hierzu Blatt 1.)

(Schluss von Seite 11.)

Ehe ich zu einigen Constructionen der Peaucellier'schen Geradführung übergehe, möchte es erwünscht sein, die Winkelgeschwindigkeiten der Punkte J, G, $G_,$ und H des Systems ein wenig näher zu betrachten, denn ihre Kenntniss wird in der Folge zu interessanten Schlüssen führen. Und zwar setze ich bei der folgenden Betrachtung die allgemeine Form des Apparates voraus, d. h. der Abstand des Punktes $O_,$ von O oder die Grösse b soll in einem beliebigen Verhältnisse zu dem Führungsarm $O_,J = r$ stehen.

Bezeichnet man mit v, $v_,$, $v_{,,}$ und $v_{,,,}$ die den Punkten J, G, $G_,$ und H zukommenden Geschwindigkeiten, so ergiebt sich aus dem Satze, dass die Geschwindigkeiten der verschiedenen Punkte eines Hebelsystems direct proportional den Entfernungen der Punkte von ihren resp. augenblicklichen Drehungsmittelpunkten sind, und unter Zuhilfenahme von Fig. 6:

$$v : v_, = JC : GC \quad \text{ebenso}$$
$$v : v_{,,} = JC_, : G_,C_,,$$

wo C und $C_,$ die Schnittpunkte der Drehungsrichtungen der Arme, also die augenblicklichen Drehungsmittelpunkte sind.

Sind ω, $\omega_,$, $\omega_{,,}$, $\omega_{,,,}$ die den betrachteten Punkten zukommenden Winkelgeschwindigkeiten, so ist, $\angle JGC$ mit $\varepsilon_,$ bezeichnet, da

$$v = \omega r\,; \quad v_, = L\omega_,\,; \quad v_{,,} = L\omega_{,,}$$
$$\omega r : L\omega_, = JC : GC = \sin\varepsilon_, : \sin i$$

und ebenso

$$\omega r : L\omega_{,,} = JC_, : G_,C_, = \sin\varepsilon : \sin i_,.$$

Demnach:

$$\frac{\omega}{\omega_,} = \frac{L}{r}\frac{\sin\varepsilon_,}{\sin i}\,; \quad \frac{\omega}{\omega_{,,}} = \frac{L}{r}\cdot\frac{\sin\varepsilon}{\sin i_,} \quad . \quad . \quad (13)$$

Nimmt man beispielsweise eine der Winkelgeschwindigkeiten, etwa die dem Punkte J zukommende als bekannt und gleich 1 an, also $\omega = 1$, so ist unter Berücksichtigung, dass $\sin\varepsilon = \sin\varepsilon_,$:

$$\omega_, = \frac{r\sin i}{L\sin\varepsilon}\,; \quad \omega_{,,} = \frac{r}{L}\cdot\frac{\sin i_,}{\sin\varepsilon}\,; \quad \frac{\omega_,}{\omega_{,,}} = \frac{\sin i}{\sin i_,} = \frac{v_,}{v_{,,}} \quad (14)$$

Dies sind also die Winkelgeschwindigkeiten der Punkte G und $G_,$, wenn die des Punktes $J = 1$ gesetzt wird.

Es sei noch $\angle OJO_, = \angle\nu$.

Da $\angle i = \angle(\varepsilon + \delta - \nu)$, so ist:

$$\frac{\sin i}{\sin\varepsilon} = \frac{\sin\varepsilon\cos(\delta-\nu) + \cos\varepsilon\sin(\delta-\nu)}{\sin\varepsilon} = \cos(\delta-\nu) + \operatorname{cotg}\varepsilon\sin(\delta-\nu)$$

Entwickelt man jetzt auch $\cos(\delta-\nu)$ und $\sin(\delta-\nu)$ und berücksichtigt ferner, dass $\sin\varepsilon = \frac{A\sin\delta}{l}$ und $\operatorname{cotg}\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{\sin^2\varepsilon} - 1}$, so folgt nach Ordnung der Glieder:

$$\frac{\sin i}{\sin\varepsilon} = \cos\nu\left(\sqrt{\frac{l^2}{A^2\sin^2\delta} - 1}\,.\,\sin\delta + \cos\delta\right) -$$
$$- \sin\nu\left(\sqrt{\frac{l^2}{A^2\sin^2\delta} - 1}\,.\,\cos\delta - \sin\delta\right) \quad (15)$$

Es ist aber:

$$\mathfrak{A} = \sqrt{\frac{l^2}{A^2\sin^2\delta} - 1}\,\sin\delta + \cos\delta = \sqrt{\frac{l^2 - A^2\sin^2\delta}{A^2}} + \cos\delta$$
$$= \frac{GN}{A} + \cos\delta = \frac{GN + ON}{A} = \frac{L}{A}\,;$$

ferner:

$$\mathfrak{B} = \sqrt{\frac{l^2}{A^2\sin^2\delta} - 1}\,.\,\cos\delta - \sin\delta = \frac{GN}{A\sin\delta}\cdot\cos\delta - \sin\delta;$$

da aber $GN = L - A\cos\delta$, so ist:

$$\mathfrak{B} = \frac{L\cos\delta - A\cos^2\delta - A\sin^2\delta}{A\sin\delta} = \frac{L\cos\delta - A}{A\sin\delta}.$$

Setzt man die Werthe von $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ in Gl. (15) ein, so hat man:

$$\frac{\sin i}{\sin \varepsilon} = \cos \nu \cdot \frac{L}{A} - \sin \nu \cdot \frac{L \cos \delta - A}{A \sin \delta},$$

und unter Berücksichtigung der Gl. (14):

$$\omega_{,} = \frac{r}{L} \left(\cos \nu \cdot \frac{L}{A} - \sin \nu \cdot \frac{L \cos \delta - A}{A \sin \delta} \right) \quad . \quad . \quad (16)$$

und in ganz ähnlicher Weise erhält man:

$$\omega_{,,} = \frac{r}{L} \left(\cos \nu \, \frac{L}{A} + \sin \nu \cdot \frac{L \cos \delta - A}{A \sin \delta} \right) \quad . \quad . \quad (17)$$

wo

$$\cos \nu = \frac{r^2 + A^2 - b^2}{2 r A} \quad \text{und} \quad \sin \nu = \frac{b \sin \psi}{r} \quad (18)$$

ist und A den durch Gl. (4) ausgedrückten Werth hat.

Durch Addition der Gleichungen (16) und (17) erhält man:

$$\omega_{,} + \omega_{,,} = \frac{2 r \cos \nu}{A} = \frac{r^2 + A^2 - b^2}{A^2} \quad . \quad . \quad (19)$$

Um $\omega_{,,,}$, die dem Punkte H zukommende Winkelgeschwindigkeit zu finden, hat man, da

$$\sin i_{,} = \sin (180 - i_{,}) = \sin (G_{,} J P) \quad \text{ist:}$$

$$l \sin i : l \sin i_{,} = GP : G_{,} P.$$

Es ist P daher der Punkt, in welchem die den Punkten G und $G_{,}$ zukommenden Geschwindigkeiten zu einer resultirenden Geschwindigkeit $v_{,} + v_{,,}$ vereinigt werden können. (Gl. 14.)

Wenn man daher G und $G_{,}$ durch eine Gerade mit einander verbindet, auf dieser den Schnittpunkt P der letzteren mit der Richtung des Armes $O_{,} J$ verzeichnet, ferner durch H und P eine Gerade legt, so stellt die Linie $PHC_{,,}$ die Normale zu der von H beschriebenen Curve dar, d. h. $HC_{,,}$ ist der Radius des erzeugten Kreises; und es ist der Schnittpunkt der Geraden $PHC_{,,}$ mit der durch $OO_{,}$ gehenden Axe der Vorrichtung, also $C_{,,}$ der augenblickliche Drehungsmittelpunkt, oder im vorliegenden Falle der constante Drehungsmittelpunkt aller Punkte H.

Es wird demnach der Radius des von H beschriebenen Kreises durch eine einfache Construction gefunden.

Nun verhält sich:

$$v_{,,,} : v_{,} + v_{,,} = R : R + PH,$$

also auch

$$B \omega_{,,,} : \left(\frac{r^2 + A^2 - b^2}{A^2} \right) (r + PJ) = R : R + PH,$$

und wenn man $\frac{r^2 + A^2 - b^2}{A^2} = \mathfrak{C}$ setzt, so hat man:

$$\omega_{,,,} = \frac{\mathfrak{C} \cdot (r + PJ) R}{B (R + PH)}.$$

Es ist aber $\frac{r + PJ}{R + PH} = \frac{\sin \tau}{\sin P O_{,} C_{,,}} = \frac{r \sin \tau}{A \sin \psi}$ und $R \sin \tau = B \sin \psi$, daher:

$$\omega_{,,,} = \frac{\mathfrak{C} r}{A} = \frac{r}{A} \cdot \frac{r^2 + A^2 - b^2}{A^2} \quad . \quad . \quad . \quad (20)$$

Für den Fall der Geradführung, also $b = r$, wird $A = 2 r \cos \psi$; $\angle \nu = \angle \psi$ und man hat daher:

$$\omega_{,} = \frac{r}{\mathfrak{C}} \left(\cos \psi \cdot \frac{L}{2 r \cos \psi} - \sin \psi \cdot \frac{L \cos \delta - 2 r \cos \psi}{2 r \cos \psi \sin \delta} \right)$$

$$= \tfrac{1}{2} - \frac{\operatorname{tg} \psi}{2} \cdot \frac{JM}{GM} = \tfrac{1}{2} - \frac{\operatorname{tg} \psi}{2} \cdot \frac{JM}{\sqrt{l^2 - JM^2}} \quad . \quad (21)$$

und ebenso:

$$\omega_{,,} = \tfrac{1}{2} + \frac{\operatorname{tg} \psi}{2} \cdot \frac{JM}{\sqrt{l^2 - JM^2}} \quad . \quad . \quad . \quad (22)$$

$$\text{wo} \quad JM = \frac{B - A}{2} = \frac{L^2 - l^2 - 4 r^2 \cos^2 \psi}{2 r \cos \psi} \quad . \quad (22a)$$

Durch Addition der Gl. (21) und (22) folgt:

$$\omega_{,} + \omega_{,,} = 1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (23)$$

d. h. die Summe der Winkelgeschwindigkeiten der beiden Punkte G und $G_{,}$ ist stets constant und gleich 1.

Unter Berücksichtigung der Gl. (20) findet man:

$$\omega_{,,,} = \frac{1}{2 \cos \psi} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (24)$$

Dies wären denn die einfachen Formeln zur Bestimmung der Winkelgeschwindigkeiten der Punkte G, $G_{,}$ und H (Fig. 6) der Peaucellier'schen Geradführung.

Um ein Beispiel zu haben, soll angenommen werden, dass $L = 120$; $l = 24$; $b = r = 54$ ist. Berechnet man jetzt mit Hilfe der Formeln (21) bis (24) für verschiedene Werthe von ψ die Winkelgeschwindigkeiten $\omega_{,}$ $\omega_{,,}$ $\omega_{,,,}$ für den Fall, dass die Winkelgeschwindigkeit des Punktes J zu $\omega = 1$ angenommen wird, so erhält man die beigedruckte kleine Tabelle.

ψ oberhalb der Axe des Systems				ψ unterhalb der Axe des Systems			
$\psi =$	$\omega_{,} =$	$\omega_{,,} =$	$\omega_{,,,} =$	$\psi =$	$\omega_{,} =$	$\omega_{,,} =$	$\omega_{,,,} =$
0°	0,5	0,5	0,5	0°	0,5	0,5	0,5
5°	0,479	0,521	0,502	5°	0,521	0,479	0,502
10°	0,453	0,547	0,508	10°	0,547	0,453	0,508
15°	0,407	0,593	0,517	15°	0,593	0,407	0,517
20°	0,317	0,683	0,533	20°	0,683	0,317	0,533
25°	0,007	0,93	0,551	25°	0,93	0,007	0,551
25° 10′	0	1	0,552	25° 10′	1	0	0,552
26°	−0,134	1,34	0,555	26°	1,34	−0,134	0,555
26° 30′	−0,318	1,318	0,562	26° 30′	1,318	−0,318	0,562

Die Tabelle zeigt, was allerdings auch schon von vornherein gefolgert werden konnte, dass für einen gewissen Werth von ψ (25° 10′) die Winkelgeschwindigkeit des Punktes G Null und bei weiterer Zunahme von ψ selbst negativ wird, d. h. die Bewegung des Punktes G ist der fortschreitenden Rotation des Apparates entgegen; ebenso wird $\omega_{,,} = 0$, wenn ψ unterhalb der Axe des Systems den Werth 25° 10′ erreicht hat. Die Winkelgeschwindigkeit des Punktes H ist für $\omega = 1$ fast constant und variirt nur innerhalb des ganzen Hubes um 0,06; wirkt daher im Punkte H eine constante Kraft, so darf die Winkelgeschwindigkeit des Punktes J als nahezu constant $= 1$ angesehen werden, und es gelten für G und $G_{,}$ die durch Gleichungen (21) und (22) gegebenen Winkelgeschwindigkeiten.

Wenn $\omega_{,} = 0$ wird, so hat, so weit es die Brauchbarkeit der Geradführung betrifft, ψ seinen grössten Werth erreicht, denn es ist augenscheinlich, dass wenn man den Punkt G oder $G_{,}$ irgendwo mit dem Balancier verbindet (Fig. 7), eine der Bewegung des Punktes H entgegengesetzte Bewegung im Balancier eintreten müsste, wenn der Ausschlagwinkel ψ jene Grösse erreicht, für welche $\omega_{,} = 0$ oder $\omega_{,,} = 0$ wird, je nachdem man den oberen oder den unteren Ausschlag betrachtet.

Der Winkel $\psi_{,}$ dieser Hubgrenze kann übrigens leicht berechnet werden; es ist nämlich (Gl. 21):

$$\omega_{,} = 0 = \tfrac{1}{2} - \frac{\operatorname{tg}\psi}{2} \cdot \frac{JM}{\sqrt{l^2 - JM^2}} \quad \text{oder}$$

$$\frac{l^2 - JM^2}{JM^2} = \operatorname{tg}^2\psi \quad \text{oder} \quad \frac{l^2}{JM^2} = \operatorname{tg}^2\psi + 1 = \frac{1}{\cos^2\psi},$$

und daher:

$$\cos\psi_{,} = \frac{JM}{l}.$$

Setzt man hierin den in Gl. (22a) für JM gegebenen Werth ein, so wird:

$$\cos\psi_{,\,\omega_{,}=0} = \tfrac{1}{2}\sqrt{\frac{L^2 - l^2}{rl + r^2}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (25)$$

und mit den Zahlen des Beispiels: $L = 120$; $l = 24$; $r = 54$:

$$\cos\psi_{,\,\omega_{,}\,0} = 25^0\ 10'.$$

Wenn diese Stellung erreicht ist, dann steht JG in gerader Linie mit dem Arme $O_{,}J$ und der Winkel $GJH = G_{,}JH$ (Fig. 6) ist genau gleich $\psi_{,}$, gleich dem Drehungswinkel des Systems geworden. Für den Fall $\omega_{,} = 0$ wird:

$$OH = B = 2(r + l)\cos\psi_{,} \quad . \quad . \quad . \quad (26)$$

und es ist daher der ganze Hub des Balanciers:

$$S_{\omega_{,}=0} = 2B\sin\psi_{,} = 4(r + l)\cos\psi_{,}\sin\psi_{,} \quad \text{oder}$$

$$S_{\omega_{,}=0} = 2(r + l)\sin 2\psi_{,\,\omega_{,}=0} \quad . \quad . \quad (27)$$

Der Hub dieser Art Geradführungen ist, verglichen mit der Watt'schen, ganz ausserordentlich; denn wählt man selbst nur 20⁰ für den grössten Ausschlagwinkel, so ist unter Beibehaltung der Zahlengrössen des Beispiels der Hub noch über 75 pCt. von der Länge des halben Balanciers, oder $S = 0{,}75\,L$.

Aus diesem Grunde kann man den Peaucellier-schen Balancier viel kleiner und daher leichter construiren als einen den gleichen Hub verlangenden Watt'schen Balancier. —

Die einfachste Anordnung der Geradführung wird offenbar erhalten, wenn man einen der Punkte G oder $G_{,}$ mit dem Balancier fest verbindet*) und zwar wird man dann, um einen gleichen Ausschlag zu erhalten, gut thun, den mit dem gewählten grössten Ausschlagwinkel $\psi_{,}$ des Balanciers correspondirenden Winkel $\delta_{,}$ zu bestimmen, und den Punkt $G_{,}$ um die Grösse $L\sin\delta_{,}$ aus der Axe des Balanciers zu verlegen, wie solches in Fig. 7 dargestellt worden ist.

Dieselbe giebt eine skizzenhafte Darstellung der Construction eines solchen Balanciers, und zwar sind, um die Figur nicht undeutlich zu machen, die Gelenkverbindungen, die zur Anhängung von Hilfsmechanismen, als Speisepumpe u. s. w. dienen, in der Skizze weggelassen. Wie solche Anhängung zu beschaffen ist, soll weiter unten mitgetheilt werden.

Man kann mit der bisher behandelten Vorrichtung eine sehr elegante Modification vornehmen, wenn man den Balancier construirt, wie in der Skizze Fig. 8 dargestellt worden ist. Diese Anordnung kann man sich entstanden denken durch das allmälige Wachsen der Gelenke ($JG_{,}GH\ldots$) und allmälige Kleinerwerden der Gelenkführungsstange L (OG und $OG_{,}$) bei gleichzeitigem Festhalten der Punkte H und O.

Diese Vorrichtung bedarf keines besonderen Balanciers, denn sie ist selbst der Balancier; man erhält eine sehr leichte und hübsche Construction, wenn man sämmtliche Verbindungen aus Schmiedeeisen darstellt.

Auch in Fig. 8 sind die Hilfsgelenke für die Anhängung der Speisepumpe u. s. w. aus schon oben angegebenem Grunde weggelassen.

Wenn man die bisher benutzten Bezeichnungen beibehält und Acht darauf giebt, dass

$\angle GOH = \angle G_{,}OH = \angle\delta$; ferner $GO = OG_{,} = L$ und $JG = GH = HG_{,} = G_{,}J = l$ ist (s. Fig. 8), so ist $OJ = A$ und $OH = B$, und man erhält:

$$AB = l^2 - L^2 = \text{Const.} = K \quad . \quad . \quad (28)$$

Um Hilfspunkte für die Geradführung von Pumpengestängen u. dgl. zu erhalten, verfährt man wie bei dem Watt'schen Parallelogramm; und es beschreibt jeder Punkt in der veränderlichen Geraden OH, d. h. der Geraden, die den Hauptdrehpunkt des Systems O mit dem geradegeführten Punkt H verbindet, wiederum eine Gerade.

Es kommt daher nur darauf an, die Hilfspunkte $QQ_{,}Q_{,,}\ldots$, die zur Anhängung solcher gerade zu führenden Maschinentheile dienen, derartig mit dem Balancier zu verbinden, dass die Entfernungen QH, $Q_{,}H\ldots$ stets proportional der variablen Geraden OH sind.

Dies geschieht allemal, wenn wie in Fig. 9, 10 und 11, sich verhält:

$$OP : OG = PQ : GH$$

oder wenn PQ parallel zu GH ist.

Die Erklärung dieser Anordnungen ergiebt sich unmittelbar aus den Fig. 9, 10 und 11.

Man ersieht, mit welcher Einfachheit man sich eine beliebige Anzahl von Hilfspunkten beschaffen kann. —

Es möchte zuweilen erwünscht sein, mit dem Punkte H eine Stange so zu verbinden, dass sie stets in einer und derselben Geraden sich bewegt; eine Methode, um dies zu erreichen, ist in Fig. 12 dargestellt worden; und zwar muss der dritte feste Drehpunkt S in der zur Axe des Systems senkrechten Linie OS sich befinden.

Es ist $G_{,}R$ stets parallel zu OS, und $HH_{,,}$ stets parallel zu $G_{,}R$, daher $HH_{,,}$ parallel zu OP, und es wird $HH_{,,}$, wenn H ein gerade geführter Punkt ist, sich immer in derselben Lage hin und her bewegen. Durch die geeignete Verbindung zweier solcher, einander parallelen Systeme, kann man eine Platte in ihrer Ebene verschieben, welche Thatsache zweifellos mit Erfolg angewandt werden kann. (Verschiebung von Verschlussplatten; bewegliche Tischplatten in Salon- und Schlafwagen.)

Verbindet man zwei solche und zwar unter rechtem

*) Man kann auch den Punkt J mit dem Balancier verbinden, muss aber dann zwischen beiden ein kurzes Zwischenglied einfügen; diese Vorrichtung hat den Vortheil, dass sie dem Balancier eine sehr gleichmässige Bewegung mitzutheilen erlaubt; denn letztere ist jetzt unabhängig von der Bewegung des Punktes G oder $G_{,}$.

Winkel zu einander sich befindende Systeme und erlaubt einer mit den, gerade Linien beschreibenden Punkten verbundenen Stange, sich frei um diese Punkte drehen zu können, so wird die Stange in jede beliebige Lage der Ebene gebracht werden können. Weitere Combinationen ergeben sich, wenn die Punkte H nicht gerade geführt werden, man kommt dann zu krummen Oberflächen. —

Ich möchte schliesslich noch darauf hinweisen, wie eine Kenntniss der Peaucellier'schen Vorrichtung dem Ingenieur selbst für den untergeordneten Zweck, flache Bögen zu construiren, von Nutzen sein wird.

Sind in Fig. 13 H, $H_{,}$ und $H_{,,}$ drei Punkte, durch welche ein Kreisbogen gelegt werden soll, und zwar soll $H_{,}Z = H_{,,}Z_{,}$ und HZ die Höhe des zu construirenden Bogens sein, so kann man

1) den durch H, $H_{,}$ und $H_{,,}$ gehenden Bogen durch Construction allein bestimmen;

2) eine Tangente und Normale an jeden beliebigen Punkt des zu verzeichnenden Bogens ziehen, und

3) den Radius des Bogens durch einfache Construction bestimmen.

Sei OZ die Axe des verlangten Bogens, so muss OZ senkrecht zu $H_{,}H_{,,}$ sein; und es ist der Bedingung gemäss $H_{,}Z = ZH_{,,}$. — In der Linie OH (deren Länge beliebig gewählt ist) nehme man einen geeigneten Punkt J an, und errichte über JH das gleichschenklige Dreieck JGH, wo $JG = GH$ beliebig gewählt worden ist. Nun nehme man die Strecke OG in den Zirkel und schlage mit OG einen Kreisbogen (I) um O, ziehe dann $OH_{,}$ und mache $G_{,}H_{,} = J_{,}G_{,} = JG = GH$ und zwar muss der Punkt $G_{,}$ auf dem Kreisbogen (I) liegen. Jetzt hat man in $J_{,}$ einen zweiten Punkt des zu suchenden Führungskreises gefunden, und man kann daher durch J und $J_{,}$ einen Kreisbogen (II) legen, dessen Mittelpunkt in der Axe OZ liegen muss. Der gesuchte Mittelpunkt $O_{,}$ des Führungskreises wird, wie man aus Fig. 13 ersieht, durch einfachste Construction gefunden.

Die Elemente zur Verzeichnung jedes anderen Punktes des gesuchten Bogens sind jetzt vorhanden; sei z. B. OZ_0 ein beliebiger Strahl, so nehme man wiederum $JG = GH$ in den Zirkel und mache $J_{,,}G_{,,,} = G_{,,,}H_{,,,} = JG = GH$ und beachte, dass $J_{,,}$ auf Kreis (II) und $G_{,,,}$ auf Kreis (I) liegen muss, so ist $H_{,,,}$ ein Punkt des gesuchten Kreisbogens.

Um die Tangente und Normale an irgend einen Punkt H des gesuchten Bogens zu ziehen, lege man, wie bereits früher angegeben, durch $O_{,}J_{,}$ und $G_{,}G_{,,}$ zwei Gerade; diese werden sich irgendwo im Punkte P schneiden; verbindet man jetzt P mit $H_{,}$, so ist $PH_{,}$ die Normale zum gesuchten Kreisbogen; eine Gerade senkrecht zu $PH_{,}$ und durch $H_{,}$ gehend, stellt natürlich die Tangente im Punkte $H_{,}$ des gesuchten Bogens dar. — Ist der Radius $H_{,}C_{,,}$ sehr gross, also der Bogen sehr flach, so findet man die Grösse des Radius aus der Proportion:

$$H_{,}E : H_{,}D = R : H_{,}H \quad \text{oder} \quad R = \frac{H_{,}E \,.\, H_{,}H}{H_{,}D},$$

wo $H_{,}E$ die Verlängerung der Geraden $PH_{,}$ darstellt.

Eine ganz ähnliche und leicht zu errathende Methode kann angewandt werden, um den Kreisbogen zu construiren, wenn R, der Radius, gegeben ist. —

Dies wären denn einige wenige der Anwendungen der so ausserordentlich fruchtbaren Methode Peaucellier's, einer Methode, die nach jeder Richtung hin wahrhaft schöpferisch genannt zu werden verdient.

Bei der Zusammenstellung dieser Abhandlung war ich verschiedener zwingenden Gründe wegen nicht im Stande, mir irgend welche mathematische Arbeit über die Peaucellier'sche Vorrichtung zu verschaffen; und wenn es daher möglich erscheint, dass manche der von mir berührten Punkte schon Bekanntes enthalten, so wage ich doch zu glauben, dass das, was ganz eigenartig aufgefasst und ausgebildet wurde, an manchen Stellen Anlass zu neuen Gedanken gegeben hat.

Beitrag zur Berechnung der Inanspruchnahme einer Pleuelstange.

Von Professor **K. Keller** in Carlsruhe.

Der „Civilingenieur“, 1872, enthält einen höchst bemerkenswerthen Aufsatz von Proell „Ueber die Beschleunigungen in einer Pleuelstange u. s. w.“, dessen Schlusssatz, S. 137, mich dazu anregte, die dort gestellte Aufgabe weiter zu verfolgen. Jener Schlusssatz lautet: „... Ausserdem wird bei Berücksichtigung dieser (durch die Zerknickungsfestigkeit hervorgerufenen) Spannung das Problem so schwierig und verwickelt, dass man auf die Erreichung eines klaren übersichtlichen Resultates ... von vornherein verzichten muss.“

Zur Erledigung der hierbei gestellten Aufgabe möge vorher, um das zu erhaltende Resultat auch mehr praktischen Kreisen zugänglich zu machen, die durch die Centrifugalkraft veranlasste transversale Belastung und das daraus entstehende Biegungsmoment der Stange auf mehr elementarem, aber für vorliegenden Zweck genügend genauen Wege entwickelt werden.

Denkt man sich das eine Ende der Pleuelstange mit dem Kurbelzapfen rotirend, das andere momentan ruhend, so wird jeder Theil der Stange belastet sein mit einer Kraft gleich der hier herrschenden Centrifugalkraft, bezw. ihrer zur Stangenrichtung senkrechten Componente. Diese letztere wird den grössten Werth haben, wenn Stange und Kurbel im rechten Winkel gegen einander stehen. Von dem Kurbelende der Stange bis zum Kreuzkopfende nehme die Centrifugalkraft gleichmässig ab, so dass, wenn dieselbe am Kreuzkopfende gleich Null gesetzt wird, die entstehende Belastungsweise sich durch die Fläche eines rechtwinkligen Dreieckes darstellen lässt, dessen Basis die Länge der Stange

zwischen den beiden Zapfenmitteln sei. An verschiedenen Stellen des Dreieckes errichtete Senkrechte sind dann proportional den Halbmessern derjenigen ideellen Kreise, in welchen die Rotation des betreffenden Elementes stattfindend gedacht wird.

Der Inhalt der ganzen Dreiecksfläche ist gleich der Gesammtsumme der auf die ganze Stange einwirkenden Centrifugalkräfte. Ist für ein Element von der Länge dx in der Entfernung x von dem ruhend gedachten Kreuzkopfende jener ideelle Rotationshalbmesser $= \varrho$, so ist die hier durch die Centrifugalkraft auftretende Maximalbelastung:

$$dQ = \frac{F.dx.\gamma}{g}.\frac{v^2}{\varrho} = \frac{F.dx.\gamma}{g}.\frac{\varrho n^2}{90},$$

wobei F den durch die ganze Länge der Stange constant gedachten Querschnitt derselben;

$g = 981^{cm}$ die Beschleunigung der Schwere;

γ das Gewicht pro Cubikeinheit (hier Cubikcentimeter) des Materiales;

n die Anzahl der Umdrehungen des Kurbelzapfens pro Minute bedeuten.

Die Gesammtbelastung der ganzen Stange ist dann mit Berücksichtigung des Werthes $\varrho = r\frac{x}{L}$:

$$Q = \frac{F\gamma}{g}\frac{n^2 r}{90.L}\int_0^L x\,dx = \frac{FL\gamma}{g}\frac{rn^2}{180} = \frac{G}{g}\cdot\frac{rn^2}{180} \quad . \quad (1)$$

Auf die Verjüngung der Schubstange an den Enden ist hierbei, wie auch auf die dort vorhandenen Lagerköpfe, keine Rücksicht genommen.

Für Kuppelstangen von Locomotiven, bei welchen beide Enden sowie jedes Element der Stange an der Rotation um einen Kreis vom Halbmesser r der Kurbel theilnehmen, erhält man den Betrag der Gesammtbelastung durch die Centrifugalkraft doppelt so gross, mithin:

$$Q' = 2Q = \frac{G}{g}\cdot\frac{rn^2}{90}.$$

Aus dem Gesammtwerthe Q einer auf die Länge L eines Trägers gleichmässig bis Null abnehmend vertheilten Belastung ergiebt sich das Biegungsmoment für den Träger

$$M = \frac{Qx}{3}\left(1-\left(\frac{x}{L}\right)^2\right)$$

an der beliebigen Stelle in der Entfernung x vom Ende, und der Maximalwerth dieses Momentes für $x = L\sqrt{\frac{1}{3}} = 0{,}577\,L$ wird:

$$M_m = \tfrac{2}{9}QL\sqrt{\tfrac{1}{3}} = 0{,}128\,QL \quad . \quad . \quad . \quad (2a)$$

also nahezu ebenso gross wie bei ganz gleichförmig vertheilter Belastung, für welche bekanntlich

$$M_m = \tfrac{1}{8}QL = 0{,}125\,QL,$$

und die Stelle der grössten Anstrengung durch den Abstand

$$x = 0{,}5\,L$$

vom Ende gegeben ist.

Für Kuppelstangen von Locomotiven erhielte man den grössten Werth des Biegungsmomentes mit

$$M_m = \tfrac{1}{8}Q'L = 0{,}125\,Q'L \quad . \quad . \quad . \quad (2b)$$

giltig für die Mitte der Stange, d. h. bei

$$x = 0{,}5\,L.$$

Das so erhaltene Biegungsmoment wird durch die in der Richtung der Verbindungslinie der beiden Stangenenden wirkende Kraft S wieder vergrössert, jedoch um den nicht bedeutenden Betrag von rund 3 pCt., so dass als totales Biegungsmoment für die Stange folgt:

$$M = 0{,}136\,QL = \frac{1}{7{,}3}QL\,^{*)} \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Aus diesem Biegungsmoment ergiebt sich eine Partialanstrengung

$$k_1 = \frac{M}{W},$$

wenn mit W der Widerstandsmodul für die Querschnittsform bezeichnet wird, zu welcher Anstrengung sich noch jene gesellt, welche durch die directe drückende, in der Längenaxe der Stange gerichtete Kraft S veranlasst wird; diese beträgt:

$$k_2 = \frac{S}{F}.$$

Die Gesammtanstrengung ist dann:

$$k = k_1 + k_2 = \frac{M}{W} + \frac{S}{F}.$$

Setzt man hierin für runden Querschnitt:

$$F = \frac{\pi}{4}\Delta^2; \quad W = \frac{\pi}{32}\Delta^3 = \tfrac{1}{8}F\Delta,$$

und für rechteckigen Querschnitt:

$$F = bh; \quad W = \tfrac{1}{6}bh^2 = \tfrac{1}{6}Fh,$$

so wird für beide Querschnittsformen:

$$k = \frac{4}{\Delta^2\pi}\left(8\frac{M}{\Delta} + S\right), \text{ bezw. } = \frac{1}{bh}\left(6\frac{M}{h} + S\right),$$

woraus endlich:

$$\left.\begin{aligned}\Delta^2 &= \frac{4}{\pi k}\left(8\frac{M}{\Delta} + S\right)\\ h^2 &= \frac{h}{b}\frac{1}{k}\left(6\frac{M}{h} + S\right)\end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

Diese beiden Formeln wären leicht zu benutzen, wenn nicht in dem Ausdrucke für M das Gewicht G der Stange enthalten wäre, welche in ihren Dimensionen erst zu bestimmen ist, oder wenn mindestens ein ziemlich constanter Zusammenhang zwischen G und S in praktischen Ausführungen wahrnehmbar wäre.

Es lässt sich aber leicht einsehen, dass das ungefähre Gewicht einer Stange, oder deren Querschnitt F mit der in der Länge derselben wirkenden Kraft S in einem Zusammenhange steht, welcher sich durch die Formeln ausdrücken lässt:

$$F = \frac{S}{m'}, \quad \text{oder } G = \frac{S}{m}L \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

wobei m' und m irgend constante Coefficienten sind. Diese Formeln folgen aus dem Vergleiche der beiden Querschnitte, welche für eine Stange resultiren, wenn man dieselbe einmal als lediglich auf rückwirkende Festigkeit und einmal auf Zerknickungsfestigkeit in An-

*) Die bezügliche Ausrechnung führt auf eine lineare Differentialgleichung, für deren Interpretation die nöthigen Coefficienten aus einer grösseren Anzahl von Triebstangen bei verschiedenartigsten Anordnungen berechnet wurden.

spruch genommen betrachtet. Die entsprechenden Formeln sind bekanntlich für die Bruchgrenze:

$$S = F'K, \quad \text{woraus der Querschnitt } F'$$

$$\text{und } S = \frac{\pi^2 E J}{L^2}, \quad \text{woraus der Querschnitt } F$$

folgen. Diese beiden Querschnitte stehen in dem Zusammenhange

$$\frac{F}{F'} = c'\left(\frac{L}{\Delta}\right)^2 \text{ für runde und}$$

$$= c''\left(\frac{L}{b}\right)^2 \text{ für rechteckige Schubstangenform.}$$

Es ergiebt sich nun der Werth für das Biegungsmoment aus Gleichungen (3) und (1):

$$M = \frac{QL}{7{,}3} = \frac{G}{g} \cdot \frac{rn^2 L}{7{,}3 \cdot 180} = \frac{rn^2 L \cdot S}{7{,}3 \cdot 180 \cdot g \cdot m} \cdot L,$$

mit dem Mittelwerthe $L = 5r$

$$M = \frac{r^2 \cdot n^2 \cdot S \cdot L}{262{,}8 \cdot m \cdot g}.$$

Hierin führt man am besten die mittlere Kolbengeschwindigkeit ein und hat hierfür:

$$v = \frac{4rn}{60} = \frac{rn}{15},$$

daher

$$n^2 r^2 = 225 v^2,$$

mithin endlich:

$$M = \frac{225}{262{,}8} \cdot \frac{v^2}{mg} \cdot SL = \frac{v^2}{1145 \cdot m} SL.$$

Führt man diesen Werth in Gleichung (4) ein und bezeichnet den Werth von m für runde Schubstangen mit m_1 und für rechteckige Stangen mit m_2, so erhält man:

$$\left.\begin{aligned} \Delta^2 &= \frac{4}{\pi k}\left\{8 \frac{v^2}{1145 \cdot m_1} \cdot \frac{L}{\Delta} S + S\right\} \\ h^2 &= \frac{h}{b} \cdot \frac{1}{k}\left\{6 \frac{v^2}{1145 \cdot m_2} \cdot \frac{L}{h} S + S\right\} \end{aligned}\right\} \quad . \; . \; . \quad (6)$$

Hierin darf jedenfalls als Mittelwerth für stationäre Maschinen $\frac{L}{\Delta} = 20$, sowie für Locomotiven $\frac{L}{h} = 20$ gesetzt werden, und wird hiermit:

$$\left.\begin{aligned} \Delta^2 &= \frac{4}{\pi}\left\{\frac{v^2}{7{,}16 \cdot m_1} + 1\right\} \frac{S}{k} \\ h^2 &= \frac{h}{b}\left\{\frac{v^2}{9{,}54 \cdot m_2} + 1\right\} \frac{S}{k} \end{aligned}\right\} \quad . \; . \; . \quad (7a)$$

Diese Formeln lassen sich einfacher wol nicht gestalten, wenn man nicht auch noch Annahmen betreffs der mittleren Kolbengeschwindigkeit v und ihres Zusammenhanges mit m und k macht. Die Kolbengeschwindigkeit wechselt bekanntlich zwischen ziemlich weiten Grenzen, und zwar beträgt dieselbe

bei langsam gehenden Maschinen $0^m{,}5$ bis $1^m{,}5$
- mittelschnell - - $1^m{,}5$ - $2^m{,}5$
- schnell - - $2^m{,}5$ - $3^m{,}5$
- sehr schnell - - $3^m{,}5$ und darüber.

Unter die letzten beiden Kategorien gehören insbesondere die Locomotiven und einzelne Dampfmaschinen wie z. B. die Allen-Engine u. s. w.

Der Zusammenhang zwischen den Grössen v, m und k ergiebt sich aus der Combination von Gleichung (5) und (7). Aus Gleichung (5) folgt das Gewicht der Stange (dieselbe als gleich dick durch ihre ganze Länge gedacht) pro Längeneinheit mit

$$\frac{G}{L} = \frac{S}{m},$$

dieses lässt sich aber auch ausdrücken durch:

$$\frac{\Delta^2 \pi}{4} \gamma,$$

daher gesetzt werden kann:

$$\frac{\Delta^2 \pi}{4} \gamma = \frac{S}{m_1},$$

und hieraus:

$$\Delta^2 = \frac{4}{\pi} \frac{S}{m_1} \frac{1}{\gamma},$$

während aus Gleichung (7) folgt:

$$\Delta^2 = \frac{4}{\pi}\left(\frac{v^2}{7{,}16 \cdot m_1} + 1\right) \frac{S}{k}.$$

Es ergiebt sich hieraus:

$$\frac{1}{m_1 \gamma} = \left(\frac{v^2}{7{,}16 \cdot m_1} + 1\right) \frac{1}{k} \quad \text{oder}$$

$$\frac{k}{\gamma} = \frac{v^2}{7{,}16} + m_1 \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (8a)$$

Ebenso würde für rechteckigen Schubstangenquerschnitt:

$$\frac{k}{\gamma} = \frac{v^2}{9{,}54} + m_2 \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (8b)$$

Diesen Gleichungen genügen folgende freilich etwas abgerundete Werthe:

$$\begin{aligned} k &= 0{,}002\, v^2 + 60 \\ m_1 &= 0{,}13\, v^2 + 8000 \\ &= 63\, k + 4200 \\ m_2 &= 0{,}16\, v^2 + 8000 \\ &= 80\, k + 3200. \end{aligned}$$

Hierbei ist der Werth von k ein aus Vergleichung einer grossen Anzahl ausgeführter Schubstangen erhaltener Mittelwerth, welcher zeigt, dass mit zunehmender Geschwindigkeit die Sicherheit immer geringer genommen wird, was schon für Erreichung der möglichsten Reduction der bewegten Massen geboten ist. Es entwickeln sich nun folgende zusammengehörige Werthe:

$v =$	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	Centimeter
$k =$	65	80	105	140	185	240	305	380	465	560	Kilogramm
$m_1 =$	8325	9300	10925	13200	16125	19700	23925	28800	34325	40500	
$m_2 =$	8400	9600	11600	14460	18000	22400	27600	33600	42000	48000	

Beispiele.

1) Für eine langsam gehende Maschine sei

$$v = 100, \quad m_1 = 9300, \quad k = 80.$$

Es wird daher:

$$\Delta^2 = \frac{4}{\pi}\left(\frac{100^2}{7{,}16 \cdot 9300} + 1\right) \frac{S}{80} = 0{,}0184\, S$$

$$\Delta = \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 0{,}136 \sqrt{S}.$$

2) Für eine mittelschnell gehende Maschine sei

$v = 200, \quad m_1 = 13200, \quad k = 140, \quad m_2 = 14400.$

Es wird daher:

$$J^2 = \frac{4}{\pi}\left(\frac{200^2}{7{,}16 \,.\, 13200} + 1\right)\frac{S}{140} = 0{,}0128\, S$$

$$J = \dots\dots\dots \quad 0{,}113 \sqrt{S}$$

oder

$$h^2 = \frac{h}{b}\left(\frac{200^2}{9{,}54 \,.\, 14400} + 1\right)\frac{S}{140} = 0{,}0169\, S \;(h = 1{,}8\, b)$$

$$h = \dots\dots\dots \quad 0{,}13 \sqrt{S}.$$

3) Für eine schnell laufende Maschine sei

$v = 300, \quad m_1 = 19700, \quad m_2 = 22400, \quad k = 240.$

Es wird daher:

$$J^2 = \frac{4}{\pi}\left(\frac{300^2}{7{,}16 \,.\, 19700} + 1\right)\frac{S}{240} = 0{,}0087\, S$$

$$J = \dots\dots\dots \quad 0{,}093 \sqrt{S}$$

oder

$$h^2 = \frac{h}{b}\left(\frac{300^2}{9{,}54 \,.\, 22400} + 1\right)\frac{S}{240} = 0{,}0106\, S \;(h = 1{,}8\, b)$$

$$h = \dots\dots\dots \quad 0{,}103 \sqrt{S}.$$

4) Für eine Locomotive sei

$v = 400, \quad m_2 = 33600, \quad k = 380.$

Es wird daher:

$$h^2 = \frac{h}{b}\left(\frac{400^2}{9{,}34 \,.\, 33600} + 1\right)\frac{S}{380} = 0{,}0071\, S \;(h = 1{,}8\, b)$$

$$h = \dots\dots\dots \quad 0{,}084 \sqrt{S}.$$

Mit $v = 0$ würde die Stange lediglich durch die axial wirkende Kraft S, mithin auf Zerknickung in Anspruch genommen sein, und für diesen Fall ein Festigkeitscoefficient $k = 60$ resultiren, mit welchem die Stange noch hinreichende Sicherheit bieten würde.

Für Kuppelstangen, bei welchen das Biegungsmoment $= \frac{1}{8} Q L$ zu setzen ist (Gleichung 2b), würde die Schlussgleichung die Form erhalten:

$$h^2 = \frac{h}{b}\left(\frac{v^2}{5 \,.\, m_2} + 1\right)\frac{S}{k} \quad . \; . \; . \; . \quad (7b)$$

Wenn endlich auch die ganze Behandlung der Aufgabe mit unvermeidlichen Mängeln behaftet ist, welche sich durch das an einzelnen Stellen nöthige Einsetzen von Mittelwerthen u. s. w. ergeben, so glaube ich doch gezeigt zu haben, in welcher Weise die Berechnung von Schubstangen zuverlässiger durchgeführt werden könnte als mit Benutzung der bekannten in ihrer Entwickelung nicht ganz zuverlässigen Formel für Zerknickungsfestigkeit. Der grosse Werth der von mir aufgestellten Formeln (7a) und (7b), sowie (8a) und (8b) ist nach meiner Ansicht hauptsächlich in der Berücksichtigung der Kolbengeschwindigkeit und der aus derselben Ursache wechselnden Grösse von k und m zu suchen.

Das Abteufen der Müllerschächte bei Liebau in Schlesien.

Von **H. Odenbach.**

(Hierzu Tafel IV und V.)

Die Gewerkschaft „Liebauer Kohlenverein“ begann im Frühjahr 1873 das Abteufen zweier seigeren Schächte, welche in der Nähe von Reichhennersdorf bei Liebau in 90 m Entfernung von einander abgesteckt wurden. Beide Schächte, der südliche speciell „Müllerschacht“, der nördliche „Fahrschacht“ genannt, wurden mit einem Querschnitt von 5 m,600 zu 6 m,900 bis 26 m mit einfachem Haspel niedergebracht. Alsdann wurde der zunehmenden Wasserzuflüsse wegen die Thätigkeit vorzugsweise auf den Müllerschacht concentrirt. Hier wurden eine englische Locomobile mit liegendem Kessel von 15 Pfdest. sowie eine von Wilhelmshütte in Waldenburg bezogene Locomobile mit stehendem Kessel von 10 Pfdest. aufgestellt. Mit beiden wurden gleichzeitig Wasser und Berge herausgehoben. Da mit zunehmender Tiefe auf bedeutende Wassermengen gerechnet wurde, musste auf eine kräftige, für die beabsichtigte Teufe von 200 m womöglich ausreichende Wasserhaltungsmaschine Bedacht genommen werden. In dem so bestellungsreichen Jahre 1873 war es nicht möglich, rasch eine neue Maschine in Deutschland zu bekommen; es wurden eine gebrauchte, noch gut erhaltene liegende Dampfmaschine von 500 mm Durchm. und 840 mm Hub mit Vorgelege und zwei Kunstwinkeln, dazu 3 Stück Henschel'sche Kessel mit je 22 qm Heizfläche und ein Blechschornstein im Auslande gekauft. Im November 1873 wurde mit der Aufstellung der Maschine und der Kessel begonnen, und Dank dem milden Winter konnte die Maschine am 20. Januar 1874 in Gang gesetzt werden. Es wurde dies um so freudiger begrüsst, als man bis dahin die bis auf 4 Cubikfuss angewachsene Wassermenge durch zwei kleine Cameron'sche Pumpen, welche successive mitgesenkt wurden, nur nothdürftig gehalten hatte. Wegen des unreinen Wassers versagten die Pumpen sehr oft, so dass Stillstände und Reparaturen kein Ende nahmen.

Während die Bergleute in Westfalen eine Saugepumpe zum Abteufen vorziehen, glaubt man im Waldenburger Revier besser und rascher mit einer Druckpumpe zum Ziele zu kommen. Es waren deshalb zwei $10\frac{1}{4}$ zöllige Drucksätze mit 10 zölligen Steigerohren und hölzernem Gestänge von 7 Zoll im Quadrat eingebaut worden. Die Pumpen wurden alternirend gesenkt bis 70 m, alsdann wurden zwei Sätze von demselben Durchmesser eingebaut und gleichfalls mit geringen Niveauunterschieden gesenkt. Die Pumpen hoben den oberen zu und machten im Maximum 12, gewöhnlich 8 bis 9 Touren pro Minute; bei 4 Fuss Hub des Gestänges brachten sie 12, im Maximum 18 Cubikfuss Wasser.

Das Senken der Pumpen, Aufsetzen der Steigerohre, Verlängern des Gestänges nahm eine geraume Zeit, mindestens 10 Stunden, meistens 16 Stunden in Anspruch. Die Wasser stiegen im Schachte bedeutend während dieser Zeit, und da alle 2 m gesenkt werden

musste, so wurde die monatliche Auffahrt von 6^m nur selten überschritten.

Die Gebirgsart an der Abteufstelle besteht bei einer starken Ueberlagerung von sogenanntem Rothliegenden aus gelben, rothen und gelblich weissem Sandstein mit mehr oder weniger mächtigen Schichten von sehr festen Conglomeraten eingesprengt, welcher mit sehr festem grauen Sandstein bei 140^m in die Kohlenformation übergeht. Das Rothliegende, welches in einer Mächtigkeit von 79^m zu durchteufen war, ist zerklüftet und führt eine Menge Wasseradern. Von den $10\frac{1}{4}$zölligen Drucksätzen genügte für gewöhnlich einer zur Haltung der Wasser, nur wenn eine Wasserader angefahren wurde, mussten beide Sätze im Gange erhalten werden.

Um bei dem festen Gestein die Bohrarbeit zu beschleunigen, war ein Luftcompressor, Modell V, der Maschinenfabrik Humboldt mit Sachs'schen Bohrmaschinen angeschafft worden, welche im März 1873 in Gang kamen. Diese Maschinen sind mit dem Frantzschen Gestell recht handlich und arbeiten bei 68^{mm} Kolbendurchm. mit 3 Atm. Druck sehr gut; sie sind indessen für die rohe Arbeit unter Tage etwas zu fein construirt, die Steuerungstheile liegen ungedeckt aussen und wenn die Maschinen etwas unsanft an die Wand gelehnt werden, sind sie zerbrochen. Die Folge war eine fortwährende Reparatur, die so überhand nahm, dass von 6 Maschinen stets 4 Stück in Reparatur waren. Trotzdem wollten die Bergleute, welche sich einmal damit eingeübt hatten, zu einem anderen System von Bohrmaschinen bei den Abteufarbeiten, ihrer leichten und bequemen Benutzung wegen, nicht übergehen. Die grossen Vortheile, welche die Bohrmaschinen dem Bergmann bieten, kamen bei dem Abteufen der Müllerschächte der schwierigen Wasserhaltung wegen, jetzt wenig zur Geltung.

Der Schacht wurde mit einer Maximalleistung von 7^m in einem Monat bis auf die Teufe von 140^m niedergebracht. Die Wasser waren auf etwa 16 Cubikfuss gestiegen, und da die 7zölligen Gestänge eine weitere Verlängerung nicht mehr zulässig erscheinen liessen, so wurden auf je 130^m zwei Cameron'sche Pumpen mit je 30 Cubikfuss Hubquantum aufgestellt, für die Zeit der Montage die Abteufarbeiten eingestellt und mit der Ausmauerung des Schachtes bis auf festes Gestein, d. h. bis auf 84^m begonnen.

Im Juli 1874 wurden die Arbeiten in dem nördlichen Schachte (Fahrschacht) wieder aufgenommen. Es wurde ein Dampfhaspel mit zwei oscillirenden Cylindern von je 260^{mm} Durchm. und 790^{mm} Hub aufgestellt. Nachdem die stehenden Wasser gesümpft waren, betrugen die constanten Zuflüsse noch nicht 1 Cubikfuss pro Minute, so dass die Maschine Wasser und Berge anfangs mit Leichtigkeit bewältigte. Der Schacht wurde mit böhmischen Arbeitern aus der Gegend von Kladno belegt, welche sich in die Bohrarbeit mit den Sachsschen Bohrmaschinen bald so einübten, dass die monatliche Auffahrung 14 bis $16\frac{1}{2}$^{m} betrug. Um diese Leistung auch bei zunehmendem Wasserzufluss nicht zu vermindern, musste für die Wasserhaltung in wirksamer Weise gesorgt werden.

An eine gute Abteufpumpe werden mannigfache Anforderungen gestellt:

1) Die Pumpe muss mit der zunehmenden Tiefe rasch und bequem gesenkt werden können.

2) Weil bei der Beschleunigung der Arbeit und Mangel an Raum die verticale Aufstellung der Pumpe mit grosser Genauigkeit nicht vorgenommen werden kann, muss das System eine kleine Abweichung aus der Senkrechten gestatten, ohne besonders an Effect zu verlieren; daher sind einaxige Pumpen (Saugepumpen) besser als zweiaxige (Druckpumpen).

3) Das Pumpensystem muss ein rasches Heben des ganzen Apparates gestatten, und dabei die treibende Kraft möglichst weit über der Sohle angebracht sein, so dass ein Ersaufen der Pumpe nicht gleichbedeutend ist mit dem Ersaufen der ganzen Maschine; daher sind Saug- oder Druckpumpen besser als die Systeme, bei denen die Pumpe unmittelbar mit der Dampfmaschine verbunden ist (Decker'sche Pumpen).

4) Das Reinigen und Einsetzen neuer Ventile muss rasch und leicht bewerkstelligt werden können. Um Reparaturen und kostspielige Stillstände zu vermeiden, müssen die Construction möglichst einfach und die sich bewegenden Theile solide und dauerhaft sein.

5) Eine Hauptschwierigkeit bildet die Grössenbestimmung der Abteufpumpen. Die Wassermenge ist anfangs gering, wächst mit zunehmender Tiefe meist stetig, häufig aber plötzlich und variirt zwischenzeitlich je nach dem Witterungszustande über Tage. Da man nicht fortwährend neue Pumpen einbauen kann, so ist das System das beste, welches bei einer bestimmten Grösse der Pumpe den grössten Spielraum in der zu hebenden Wassermenge gestattet und die variablen Wassermengen gleich bequem bewältigt.

In Oberschlesien hatte der Verfasser ein Pumpensystem in vielfacher Verbreitung gefunden, welches bis dahin von dem um den schlesischen Bergbau hochverdienten Hrn. Hoppe, Maschinenfabrikant in Berlin, fast ausschliesslich gebaut wurde und welches unter allen Systemen den obigen Anforderungen an Abteufpumpen wol am meisten genügt. Es sind dies die unter dem Namen Rittinger-Pumpen bis jetzt nur wenig bekannten direct wirkenden Dampfpumpen, welche von Hrn. Hoppe als stehende Wasserhaltungsmaschinen für Gruben bis 40 Lachter oder etwa 80^m Teufe mit einer über die Idee des Erfinders bedeutend hinausgehenden Vollkommenheit ausgeführt wurden.

Die Rittinger-Pumpe ist eine einaxige Druckpumpe, welche die Vortheile von Saug- und Druckpumpen verbindet und die Nachtheile beider Systeme ausschliesst. Die Steigerohre haben die Function des Gestänges; die Pumpe hängt mittelst Ketten und Senkbäumen an einem über Tage befindlichen Kabel und kann im Falle des Ersaufens jederzeit aus der Grube herausgezogen werden; das Reinigen oder Einsetzen eines Ventils dauert bei einiger Uebung der Leute 15 bis 20 Minuten; das

Senken der Pumpe um $7\frac{1}{2}$ Fuss erfordert einen Stillstand von $1\frac{1}{2}$ Stunden; die Maschine macht im geringsten Falle 8, im höchsten 40 Umdrehungen pro Minute, wodurch die zu hebende Wassermenge auf nahezu das Fünffache gesteigert werden kann, was weder bei Druck- noch bei Saugepumpen möglich ist.

Ein wunder Punkt des Systemes bestand in dem über dem Druckventil befindlichen Windkessel. Dieser ist aus einem mittleren cylindrischen Theil und zwei Kegelabschnitten zusammengesetzt. An den Stellen, wo die Kegel an den Cylinder angenietet waren, rissen nach kurzem Gebrauch Blech und Niete, und man hatte einen Stillstand, der durch das Einsetzen des umfangreichen Reserve-Windkessels sehr zeitraubend wurde. In Oberschlesien findet man da, wo Rittinger-Pumpen im Betriebe sind, die Höfe voll alter und neuer Windkessel, welche, nebenbei bemerkt, recht kostspielig sind. Man getraute sich nicht über 40 Lachter hinauszugehen, und infolge der sehr zeitraubenden und theuren Zwischenfälle wollte man neue Rittinger-Sätze nicht mehr einbauen, so dass an den Windkesseln das ganze System zu scheitern schien. Um die Rittinger-Pumpen für den vorliegenden Zweck verwendbar zu machen, musste dem Windkessel grössere Widerstandsfähigkeit gegeben werden, und dadurch wurde gleichzeitig ermöglicht, mit der Pumpe tiefer als 40 Lachter hinunter zu gehen.

Hr. Stanislaus Lentner in Breslau hatte 1873 begonnen, Rittinger-Sätze zu bauen, und sich besonders die Verbesserung der Windkessel und Erzeugung der Steigerohre, welche letzteren man bis dahin für einen sehr hohen Preis aus England bezog, zum Ziele genommen. Es war ihm nach vielen kostspieligen Versuchen gelungen die Windkessel zusammen zu schweissen. Diese geschweissten Windkessel erwiesen sich als unersetzlich. Hr. Lentner übernahm die Ausführung dreier Rittinger-Pumpen, welche im Schachte eine unter der anderen aufgestellt werden sollten dergestalt, dass eine der anderen zuhebt. Die Pumpen sollten 10 bis 40 Cubikfuss Wasser aus einer Teufe bis zu 200^{m} heben. Um die Pumpen bequem senken und event. heben zu können, wurde die oberste Maschine auf der Hängebank an dem südlichen Stoss, die zweite an dem nördlichen Stoss und die dritte in der Mitte des Schachtes auf entsprechend starke schmiedeeiserne Träger aufgestellt. Die Dampfcylinder erhielten 560^{mm} Durchm., die Plunger 340^{mm} äusseren Durchm., die Saugrohre 235^{mm} und die Steigerohre 7 Zoll engl. äusseren Durchm.; der lichte Durchmesser der auf gewöhnliche Art hergestellten Klappenventile betrug 320, der gemeinschaftliche Hub 392^{mm}.

Die Zeichnungen auf Taf. IV und V stellen Aufriss und Querschnitt des oberen bezw. unteren Theiles von Rittinger-Satz No. II dar. Die Träger zu der Dampfmaschine desselben wurden auf $67^{m},5$ Teufe eingemauert. Die Construction der Rittinger-Sätze, die Wirkungsweise von Maschine und Pumpe, sowie die Vorrichtungen zum Senken der Pumpe sind aus den Zeichnungen ersichtlich und leicht verständlich.

Die Pumpe saugt bei dem Aufgange der Maschine das Wasser durch ein Degenrohr, welches zur leichteren seitlichen Bewegung durch einen Lederschlauch mit dem Untersatze der Pumpe verbunden ist. Wenn die Ventile gut schliessen, so steigt nach einigen Hüben das Wasser durch den hohlen Plunger und tritt über das Druckventil in den Windkessel. In letzteren ist das Steigerohr bis dicht über das Druckventil geführt und hier mit einem Hut, ähnlich wie bei Schornsteinaufsätzen, versehen, welcher das Wasser zwingt, seitlich in das Steigerohr einzutreten; der Stoss des aufsteigenden Wassers wird von dem im oberen Theile des Windkessels sich bildenden Luftbuffer aufgenommen, und dadurch jede schädliche Wirkung auf die ohnehin stark beanspruchten Steigerohre möglichst vermieden. Bei fortwährendem Gange der Maschine steigt das Wasser allmälig in den Steigerohren und mit ihm gleichmässig der Druck der abgesperrten Luft im Windkessel. Letzterer hat das Maximum der Spannung erreicht und bleibt alsdann constant, wenn das Wasser an dem oberen, durch ein Stopfbuchsenstück geführten Rand der Steigerohre angekommen ist. Bei dem nächsten Niedergange der Pumpe fliesst das Wasser oben über und seitlich ab. Der Nutzeffect richtet sich nach dem Zustande der Ventile und erreicht 85 bis 90 pCt. bei mässiger Geschwindigkeit. Die Pumpe brachte bei jedem Hube 1 Cubikfuss und machte im Minimum 7 Hübe pro Minute. Da die Maschine doppelt wirkend, die Pumpe aber einfach wirkend ist, so ist selbst bei der sorgfältigsten Ausbalancirung die Ungleichförmigkeit in der Bewegung bedeutend, zumal die Pumpe von der Maschine unmittelbar bewegt wird. Um nun die Geschwindigkeit der Maschine möglichst gleichförmig zu erhalten und eine geringe Hubzahl pro Minute zu bekommen, sind grosse Schwungmassen nöthig. Das Gewicht der Schwungräder beträgt bei jeder Maschine 50 Ctnr. Diese grosse Schwungmasse hat andererseits den Nachtheil, dass bei einem Durchgehen der Maschine die angesammelte lebendige Kraft um so mehr zerstörend auf die hin- und hergehenden Theile wirkt.

Wegen der verschiedenen Wirkungsweise von Maschine und Pumpe muss auch durch ein Gegengewicht die Last so vertheilt werden, dass die Maschine beim Auf- wie beim Niedergange gleiche Arbeit verrichtet. Bedeutet R das Gewicht der Steigerohre, Windkessel u. s. w., W das Gewicht der Wassersäule über dem Druckventil, C das auf den Angriffspunkt des Balanciers reducirte Gegengewicht, so ist die beim Aufgange der Maschine nöthige Kraft, wenn man von den Reibungswiderständen absieht

$$R + W - C.$$

Bei dem Niedergange bleibt die Wassersäule in Ruhe und die dazu nöthige Kraft daher

$$C - R.$$

Soll die Maschine beim Auf- und Niedergange gleiche Arbeit verrichten, so muss, da der Weg, d. h. der Hub in beiden Fällen gleich ist, sein:

$$R + W - C = C - R;$$

daraus folgt

$$C = R - \frac{1}{2} W.$$

Bei stationären Maschinen bleiben R und W constant, man kann C ein für allemal bestimmen. Wird die Rittinger-Maschine dagegen als Abteufpumpe benutzt, so wachsen R und W mit zunehmender Teufe. Das Gegengewicht muss alsdann nach jedesmaligem Senken entsprechend vergrössert werden. Sind neue Ventile bei der Pumpe eingewechselt worden, so sind die Steigerohre leer, also $W = 0$, und die zum Aufgehen nöthige Kraft ist

$$\frac{1}{2} W,$$

d. h. die Maschine geht ohne Dampf mit der Kraft von $\frac{1}{2} W$ in die Höhe. Giebt man nun Dampf, um die Maschine niedergehen zu lassen, so muss man, um die grössere Schwungmasse in Bewegung zu setzen, das Absperrventil ziemlich weit öffnen. Die Schwungräder treiben die Maschine leicht über den unteren todten Punkt, und nun wird der Kolben mit doppelter Kraft in die Höhe geschleudert. Ehe es dem Maschinisten möglich ist, den Dampf abzusperren, hat die Maschine eine solche Geschwindigkeit erreicht, dass durch die Schläge in den todten Punkten die gegabelte Aufhängung des Contrebalanciers, die gusseisernen Lager, der Gegengewichtskasten vollständig zertrümmert wurden. Ein solches Durchgehen der Maschine tritt auch ein, wenn ein neues Saugeventil eingewechselt, das Wasser in den Steigerohren nicht abgelassen wurde und das Ventil nicht sofort ansaugt. In diesem Falle öffnet sich das Druckventil nicht bei dem Niedergange, die Wassersäule bleibt nicht in Ruhe, sondern beschleunigt mit dem vollen Gewichte den Niedergang der Maschine.

Durch die fehlerhafte Construction der Absperrventile, welche sich festklemmten und deshalb nicht rasch geschlossen werden konnten, sind beide Fälle oft eingetreten und hatten stets eine sehr zeitraubende und kostspielige Reparatur zur Folge. Es wurde den Maschinisten die grösste Vorsicht beim Anlassen der Maschine eingeschärft; sie durften nur wenig und langsam Dampf geben. Die Ventile, bei welchen die Kegel nur mittelst seitwärts eingeschobener Stifte mit der Druckspindel verbunden waren, wurden umgeändert, und Windkessel und Plunger durch ein Rohr mit Hahn verbunden. Saugte das Ventil nicht an, so wurde das Wasser aus den Steigerohren in das Plungerrohr geführt. Es ist dann das Durchgehen der Maschine später nicht mehr vorgekommen.

Im December 1874 wurde Rittinger No. I in Betrieb gesetzt. Die Wasser, welche zwischen 3 und 4 Cubikfuss betrugen, wurden im Schachte abgefangen und in einen Kasten geleitet, mit welchem die Maschine sie zu Tage fördert. Von der Sohle wurde das Wasser von den beiden oben erwähnten kleinen Cameron'schen Pumpen von 2 Zoll Durchm. im Plunger in den Kasten gehoben.

Da die Teufe von 66^{m} schon überschritten war, wurde sofort und zwar auf $67\frac{1}{2}^{m}$, wo sich festes Gestein vorfand, mit der Montage der eisernen Träger zum zweiten Rittinger begonnen, und dieser am 1. März 1875 in Gang gesetzt.

Der Betrieb mit den kleinen Cameron'schen Pumpen war durch die unreinen Abteufwasser sehr erschwert, und es wurde versucht, auch die kleine Wassermenge von 4 Cubikfuss, für welche die Rittinger-Sätze nicht construirt waren, mit dieser zu heben. Der Plunger von 346^{mm} Durchm. saugte nach einigen Umgängen der Maschine das Wasser von der Sohle weg und dann Luft. Alsdann trat sofort das oben erwähnte Durchgehen der Maschine ein, und nach kurzer Zeit war Alles in Trümmern. Durch das demnächstige Ansteigen der Wasser verloren die Bergleute mehrere Schichten. Die Belegschaft hatte zuletzt grosse Scheu vor diesen Stillständen und stand lieber eine Zeit lang im Wasser, als dass sie die Pumpe Luft saugen liess. Man war auf diese Weise nicht sehr erbaut von dem neuen System für Abteufpumpen.

Um Abhilfe zu schaffen, wurde der Plunger von 346^{mm} Durchm. gegen einen solchen von 235^{mm} ausgewechselt, und statt des Degenrohres der auf der Grube vorhandene Gummischlauch von 95^{mm} Durchm. mit dem Untersatze der Pumpe verbunden. Der Schlauch hatte eine Länge von $7^{m},84$, war am Ende mit einer Brause versehen und bot den Vortheil, dass man ihn nach allen Seiten in den Schacht bequem hinlegen konnte. Das Plungerrohr wurde mit 50^{mm} starkem Holze ausgefuttert, der Ring und Deckel der Stopfbuchse für 235^{mm} Durchm. hergerichtet.

Nun hob die Pumpe das Wasser aus dem kleinen dazu hergerichteten Sumpfe mit 10 bis 12 Touren pro Minute sehr schön. Selbst bei dem Schnarchen des Saugers, trat nicht sofort eine Beschleunigung in der Bewegung der Pumpe ein, sondern der Pumpenwärter hatte Zeit, wenn die Sohle trocken gepumpt war, den Maschinenwärter durch Glockensignal zum Stillsetzen der Maschine zu veranlassen. Die Pumpe arbeitete 10 Minuten und stand 10 Minuten. Der Pumpenuntersatz befand sich stets 5 bis 6^{m} über der Sohle und wurde jedesmal um eine halbe Rohrlänge von $7\frac{1}{2}$ Fuss engl. gesenkt. Vor dem Abschiessen der eingesetzten Dynamitpatronen wurde der Gummischlauch hochgezogen; der Verschleiss an Schläuchen war dadurch nicht so bedeutend.

Zum Senken der Pumpe diente eine schwere Kabelwinde von 200 Ctr. Tragfähigkeit.

Die Verbindung des Windkessels mit Plungerrohr und Untersatz ist mittelst drehbarer Schrauben hergestellt. Zum Reinigen bezw. Einsetzen eines Ventils wird die Maschine auf den niedrigsten Punkt gestellt, die Muttern werden gelöst, die Schrauben zurückgeschlagen, alsdann die Maschine mit Dampf gehoben, wodurch das Ventil frei wird.

Nach kurzer Zeit hatten die Maschinen- und Pumpenwärter in Verbindung mit der übrigen Belegschaft in die rasche Ausführung der verschiedenen Manipulationen sich so eingeübt und verstanden es, die Vortheile des Systems der Rittinger-Pumpen so auszunutzen, dass

die monatliche Leistung nur selten unter 16^{m} Auffahrung betrug.

Die Grubenwasser, welche von dem bereits tieferen Müllerschacht zum grossen Theil abgezogen wurden, nahmen auf dem Fahrschacht nur sehr allmälig zu. Der kleinere Plunger von 235^{mm} Durchm. bewältigte die 8 Cubikfuss Wasser bis auf 170^{m} vollständig; nur wurde der Querschnitt des Saugeschlauches von 95 auf 130^{mm} vergrössert.

Um vorkommenden Falls noch tiefer als ursprünglich beabsichtigt (200^{m}) gehen zu können, wurde der Einbau des dritten Rittingersatzes statt auf $\frac{2}{3} . 200 = 133\frac{1}{3}^{m}$ auf 150^{m} angeordnet. Während der Montage desselben sollten die Abteufarbeiten nicht unterbrochen werden. Dem Rittinger No. II fiel daher die Aufgabe zu, die Wasser von $67\frac{1}{2}^{m}$ bis event. 170^{m} Teufe zu halten. Die Theile der Pumpe und Maschine, den Windkessel eingerechnet, waren stark genug, um die vergrösserte Beanspruchung auszuhalten, nur die Flanschen der Steigerohre mussten verstärkt werden. Zu den letzteren waren beste geschweisste englische Rohre von 5^{mm} Wandstärke genommen worden. Mit sehr scharfem und feinem Gewinde von 2^{mm} Tiefe wurden die schmiedeeisernen Flanschen in der Stärke von 50^{mm} aufgeschraubt. Diese Flanschen übermitteln die ganze Kraft von der Maschine auf die Pumpe und werden abwechselnd auf Zug und auf Druck beansprucht. Ihre Verbindung mit den Rohren muss deshalb auf die möglichst solideste Art vorgenommen werden. Hr. Lentner lieferte zuletzt nur Rohre mit aufgeschweissten Flanschen. Im vorliegenden Falle wurden bei den sechs oberen Steigerohren drei von den sechs Verbindungsschrauben bis zum nächsten Rohre verlängert, hier durch beide Flanschen hindurchgeführt und durch Mutter und Gegenmutter fest verschraubt. Diese Verankerung erwies sich als ausreichend, um mit dem Rittinger No. II eine Hubhöhe von über 100^{m} zu überwinden.

Am 3. August 1875 wurde Rittinger No. III in Betrieb gesetzt; die Pumpe von Nr. II wurde von 170 auf 150^{m} zurückgehoben, und Rittinger III nahm als Abteufpumpe das Wasser von der Sohle, führte es dem Rittinger II und dieser wieder dem Rittinger I zu, welcher es zu Tage förderte.

Da das Wasser auf etwa 10 Cubikfuss pro Minute gestiegen war, so wurde Rittinger III mit dem Plunger von 346^{mm} Durchm. eingebaut, aus No. II die Holzfutter herausgenommen, und der kleinere Plunger von 235^{mm} durch einen solchen von 346^{mm} Durchm. wieder ersetzt. Es arbeiteten von jetzt ab alle drei Rittinger mit Plungern von letztgenanntem Durchmesser.

Zu den Wasserkästen der beiden oberen Pumpen wurde das Wasser von den Schachtstössen abgefangen. Die Maschinisten, welche in der Grube mit achtstündiger, über Tage mit zwölfstündiger Schicht arbeiten, zeigten sich durch einfache Glockensignale an, wenn der Kasten gefüllt und wenn er leer war. Der Maschinist der dritten Pumpe erhielt die Signale von der Sohle.

Mit einer Belegschaft von durchschnittlich 10 Häuern pro achtstündige Schicht wurden monatlich 12 bis 16^{m} abgeteuft. In der ersten Hälfte des November 1875 wurde die Tiefe von 212^{m} im Fahrschacht erreicht; die Gesammtarbeitszeit beträgt 18 Monate, was eine Durchschnittsleistung von etwa 12^{m} pro Monat ergiebt. Wenn diese Leistung zu der auf anderen Gruben gering erscheint, so dürfte das Resultat sich doch als ein günstiges hinstellen lassen, wenn man erwägt, dass

1) der Schachtquerschnitt gross gewählt wurde (31^{cbm},5 gewachsene Berge kommen durchschnittlich auf den Meter seiger);

2) das Gestein durchgehends aus sehr festem Sandstein und Conglomerat bestand;

3) die Arbeiter in der Handhabung der Bohrmaschinen sowol als in der Wartung der Dampfmaschinen und Kessel sehr wenig geübt waren, so dass trotz der sorgfältigen Aufsicht durch Störungen bei dem Maschinenbetriebe, Platzen der Dampfrohre und sonstige Unfälle jeden Monat 8 bis 10 Tage für das Abteufen vollständig verloren gingen.

Vergleicht man obige Leistung von monatlich 12^{m} im Fahrschacht mit der im Müllerschacht, welcher in 22 Monaten 120^{m} niedergebracht wurde, d. h. pro Monat 6^{m},4, so spricht dies Resultat glänzend zu Gunsten der Rittinger-Pumpen, wenn man annimmt, dass Arbeitskräfte und Gestein in beiden Schächten gleich waren, und nur die Wasserzuflüsse im Müllerschacht etwa 25 pCt. mehr betrugen als im Fahrschacht. —

Nach vollendeter Mauerung und Montage der Cameron-Pumpen wurde im November 1875 mit dem Abteufen im Müllerschacht wieder begonnen. Die Wasser wurden durch die $10\frac{1}{4}$zölligen Sätze und die Cameron'schen Pumpen, welche letztere nur mit dem bis 130^{m} abgefangenen klaren Wassern dauernd im Betrieb zu erhalten waren, bewältigt.

Am 20. Februar 1876 wurde der Müllerschacht durch eine Verbindungsstrecke erreicht, welche in 207^{m} Teufe vom Fahrschacht aus gegen ersteren getrieben war. Am 10. März gelang es, das im Müllerschacht gestossene 11zöllige Bohrloch durch Ueberbrucharbeiten in 7^{m},5 Höhe über der Streckensohle zu fassen. Die noch fehlenden 21^{m} konnten jetzt, wo die Wasser durch das Bohrloch ab- und den Rittinger-Pumpen zugeführt wurden, trocken abgeteuft werden. Am 20. April wurde die Füllortsohle auch im Müllerschacht erreicht, und am 1. Juni in einer Tiefe von 217^{m} die Abteufarbeiten vorläufig eingestellt.

Bei dem Streckenbetriebe wurden neben den schweren Sachs'schen Maschinen von 80^{mm} Kolbendurchm. auch Bohrmaschinen von Burleigh und solche von Richard Schram, einem schwedischen Bohringenieur versucht. Letzteren dürfte wegen ihrer Einfachheit in der Construction und wegen ihrer guten Leistung bei geringem Luftverbrauch eine ausgedehnte Anwendung in der Zukunft beschieden sein.

Die Müllerschächte des Liebauer Kohlen-Vereines sind mit zwei Fördermaschinen, eine zu 100, die andere

zu 200 Pferdest., einer rotirenden Woolf'schen Wasserhaltungsmaschine für 3^{cbm} Wasser pro Minute und einem Kesselhaus für 24 Dampfkessel zu je 53^{qm} Heizfläche ausgerüstet. Die Maschinen sind nach Zeichnungen des Ingenieur Kley in Bonn durch die Prager Maschinenbau-Actien-Gesellschaft in Prag ausgeführt. Die Anlage zählt durch ihre rationelle Anordnung und die gediegene Ausführung der Maschine wie der Gebäude zu den schönsten in Deutschland.

Zeche Müllerschächte bei Liebau, Juli 1876.

Bremsversuch mit einer Turbine mit Zeidler'scher Regulirung.

Am 27. August 1876 fand in der Fabrik des Hrn. Maile in Hettenbach bei Augsburg der Bremsversuch statt mit einer von der Maschinen- und Gasapparaten-Fabrik von L. A. Riedinger in Augsburg gebauten Turbine mit äusserer Beaufschlagung und versehen mit der neuen Schwimmer-Schützen-Regulirung nach dem Zeidler'schen Patent, wie solche Bd. XX, S. 85 mit Abbildungen erläutert wurde.

Die Turbine ist eine Niederdruck-Turbine, welche in einer besonderen Turbinenkammer, unmittelbar über dem Unterwasser, auf die Balkenlagen aufgestellt ist, ohne eines Fusslagers zu bedürfen; die Turbinenwelle besitzt unten nur ein Führungslager, und ist oben in einem Kammlager aufgehängt, welches auf die Balkenlagen in der Fussbodenhöhe des Turbinenhauses aufgestellt ist. Die Betriebskraft wird mittelst conischer Räder auf die Transmissionswelle übertragen.

Die Schütze ist innerhalb der Turbinenkammer angebracht.

Die Eigenthümlichkeit der Zeidler'schen Regulirung besteht bekanntlich in der Anwendung einer schwimmenden Schütze, gemeinsam in Leitrad und Laufrad angebracht, wovon die erstere fest, die zweite drehbar ist mit dem Laufrade selbst, welche sich beide indessen gemeinsam und um gleichviel senken und heben lassen.

Dies Senken und Heben bringt nur eine Höhenänderung von Lauf- und Leitrad hervor, und bleibt die Schaufelung demgemäss bei verschiedenen Wassermengen, denen jedesmal eine bestimmte Stellung der Schütze entspricht, eine gleich richtige.

Man hat also nicht mit verstellbaren und klemmenden Klappen zu thun und beschränkt sich auch nicht auf die Regulirung des Austrittes des Wassers aus dem Leitrade, sondern bewirkt eine vollständige, höchst vollkommene Regulirung, sei es, dass ein Regulator oder eine Handvorrichtung den ausbalancirten Apparat stellt. Auch wirkt der Schwimmapparat selbst schon innerhalb gewisser Grenzen selbstthätig zur Regulirung, indem der Auftrieb auf den Schwimmer, von dem durch Leit- und Laufrad fliessenden Wasser ausgeübt, solche bewirkt.

Die Grössenverhältnisse der Turbine sind folgende:

Aeusserer Durchmesser des Laufrades	$1^{m},700$
Innerer Durchmesser desselben	$1^{m},360$
Aeusserer Durchmesser des Leitrades	$2^{m},110$
Innerer Durchmesser desselben	$1^{m},716$
Nutzbare Höhe von Leit- und Laufrad	$0^{m},290$
Schaufelzahl im Laufrade	33
- - - Leitrade	28
Kleinste Austrittsöffnung aus dem Leitrade	$0^{m},062$
- - - - - Laufrade	$0^{m},060$

Sämmtliche Schaufeln sind Rückschaufeln und mit den Räderkränzen unmittelbar zusammengegossen. Die Turbine ist projectirt für ein Maximalgefälle von $0^{m},893$ und für eine Maximalwassermenge von $1^{cbm},693$; und war während des Versuches die Wassermenge stets geringer und das Gefälle höher.

Der Bremsversuch fand statt unter Leitung des Hrn. Ingenieur Strecker mit Assistenz der Ingenieure Zwisler und Hausenblas; als Zeuge war noch Hr. Civil-Ingenieur Sommer aus Augsburg anwesend. Es wurde ein Prony'scher Zaun verwendet, dessen Riemenscheibe 900^{mm} Durchm. und dessen Breite 180^{mm} beträgt. Der Hebelsarm war constant zu 3000^{mm} angenommen, somit ist:

$$N = \frac{2 . L . \pi}{60 . 75} \cdot Pn = \frac{2 . 33{,}14}{60 . 65} \cdot Pn = 0{,}0041866\ Pn.$$

Das Gewicht der Waagschale betrug 6^{k} und zugeschlagen wurden noch durch Probiren 4^{k} für die Reibungswiderstände.

Die Wassermenge wurde von Civil-Ingenieur Sommer mit dem Woltmann'schen Flügel gemessen, und zwar wurde im Canal links und rechts auf etwa 20 Fuss eine Bretterwand eingeschaltet, um einen richtigen, messbaren Querschnitt zu erhalten. Bei Aufnahme des Profiles ergab sich folgender Querschnitt. (Fig. 1.)

Fig. 1

No. I	0,009750
- II	0,561120
- III	0,633680
- IV	0,641200
- V	0,627200
- VI	0,571760
- VII	0,072225
	$3^{qm},086935$ Querschnitt.

Bei der Wassermessung mit dem Woltmann'schen Flügel wurde der Canal nach der Skizze in Fig. 2 in sechs Sectionen getheilt.

Fig. 2

Die Wassergeschwindigkeit wurde aus der Formel $V = 0{,}00414\,(2n + n_{,})$ Fuss gerechnet, wobei bedeutet:

n die Anzahl der Touren pro Minute in der oberen Section 1, 2 und 3.

$n_{,}$ dieselbe in der unteren Section 4, 5 und 6.

0,00414 ist der Coefficient für das betreffende Instrument.

In folgender Tabelle sind nun die einzelnen Aufnahmen für die Wassermessung aufgeführt.

Aufnahme des Wassers mit dem Woltmannschen Flügel.

Section	Flügeltouren-Aufnahme	Wassergeschwindigkeit pro Secunde	Wassermenge pro Secunde
No. I	**9 Uhr**		
1	118		
2	136		
3	118	1,439 Fuss	51,86 Cubikfuss
4	75	$= 0^{m}{,}420$	$= 1^{cbm}{,}2965$
5	113		
6	101		
No. II	**9½ Uhr**		
1	84		
2	131		
3	132	1,3247 Fuss	47,78 Cubikfuss
4	77	$= 0^{m}{,}387$	$= 1^{cbm}{,}1944$
5	104		
6	85		
No. III	**10 Uhr**		
1	100		
2	115		
3	110	1,21858 Fuss	44,2 Cubikfuss
4	71	$= 0^{m}{,}355$	$= 1^{cbm}{,}105$
5	87		
6	75		
No. IV	**10¼ Uhr**		
1	125		
2	122		
3	103	1,37727 Fuss	50,0 Cubikfuss
4	87	$= 0^{m}{,}420$	$= 1^{cbm}{,}24095$
5	116		
6	93		
No. V	**10½ Uhr**		
1	124		
2	122		
3	151	1,47657 Fuss	53,0 Cubikfuss
4	86	$= 0^{m}{,}430$	$= 1^{cbm}{,}32738$
5	99		
6	91		

Die mittlere Wassergeschwindigkeit war somit

$$1{,}347 \text{ Fuss} = 0^{m}{,}4025$$

und die mittlere Wassermenge

$$49{,}37 \text{ Cubikfuss} = 1^{cbm}{,}2328.$$

Aufnahmsdaten der Bremsversuche mit ganz geöffneter Turbine.

$(h = 290^{mm})$

No. der Versuche	Gefälle während des Versuches	Umdrehungen der Turbine pro Minute	Aufgelegtes Gewicht incl. Waageschale	Höhe des Wassers, welches über Leerfallenkante floss	Zeit des Versuches
1	1100	40	90	50^{mm}	¾9 Uhr
2	1080	32¾	110	45 -	9 -
3	1050	32¾	110	—	9¼ -
4	1080	38	90	60 -	9½ -

Berechnung der Wassermenge, welche über die Leerschussfalle während der vorstehenden Versuche floss.

Bei Versuch No. 1 war die Ueberfallhöhe 50^{mm}, daher die berechnete Wassermenge nach Redtenbacher, S. 133, Tabelle 142, da der Zuflusscanal direct vor dem Leerschuss gerade so breit ist wie die Falle selbst:

$$Q = 0{,}443\, b\,.\, h\,.\, \sqrt{2gh}.$$

Nach der Tabelle 142 ist nun für jeden Meter Breite und $0^{m}{,}050$ Wasserstand die effective Wassermenge pro Secunde $= 0^{cbm}{,}0219$.

Nun ist die lichte Weite des Leerschusses $= 1^{m}{,}510$, und hiervon gehen ferner ab die Breite der beiden Zahnstangen mit je 130^{mm}, somit wahre lichte Weite $1510 - 2\,.\,130 = 1250^{mm}$.

Hieraus ergiebt sich die bei Versuch 1 abzügliche Wassermenge mit

$$0{,}0219\,.\,1{,}25 = 0^{cbm}{,}027375 \quad . \; . \; . \; . \quad (I)$$

Bei Versuch No. 2 war die Ueberfallhöhe 45^{mm}, somit die Wassermenge:

$$Q = 0{,}443\,.\,1{,}25\,.\,0{,}045\,.\,\sqrt{2\,.\,9{,}8\,.\,0{,}045} = 0^{cbm}{,}023423 \quad (II)$$

Bei Versuch No. 4 war die Ueberfallhöhe 60^{mm}, somit die Wassermenge nach Tabelle 142:

$$0{,}0288\,.\,1{,}25 = 0^{cbm}{,}036000 \quad . \; . \; . \quad (IV)$$

Bei den nachfolgenden Versuchen mit nur zwei Drittel geöffneter Turbine ergab sich bei Versuch No. 5 eine Ueberfallhöhe von 135^{mm}, und stellt sich hieraus die abzügliche Wassermenge nach der Tabelle:

$$0{,}0974\,.\,1{,}25 = 0^{cbm}{,}12175 \quad . \; . \; . \; . \quad (V)$$

Bei Versuch No. 6 war die Ueberfallhöhe 155^{mm}, mithin die Wassermenge nach der Tabelle:

$$0{,}11975\,.\,1{,}25 = 0^{cbm}{,}1496875 \quad . \; . \; . \quad (VI)$$

In den beiden nachfolgenden Tabellen ist nun in der ersten die den jeweiligen Versuchen in der Zeit entsprechende Wassermenge eingesetzt, während in der zweiten Tabelle nur die mittlere Wassermenge von allen Messungen während der betreffenden Versuche angesetzt wurde.

Bei den Versuchen No. 7 und 8 wurde die Turbine nur auf ein Drittel geöffnet, und wurde die Leerschütze so weit aufgezogen, dass der Oberwasserspiegel constant gleich der Oberkante des Schützenbrettes war. Die Höhe des Schützenbrettes ist $1^{m}{,}150$, die lichte Schützenbreite $= 1^{m}{,}510$.

Zur Berechnung dienten die Coefficienten für Schützenöffnungen bei unvollständiger Contraction (Redtenbacher, S. 125), und ergiebt sich der Coefficient $k =$ 0,625 und $Q = k \,.\, b \,.\, h \,.\, \sqrt{2g \,.\, H}$.

Fig. 3

Es war nun bei Versuch No. 7

$$h = 0^{m},152,$$

bei Versuch 8

$$h = 0^{m},175,$$

während bei No. 7

$$H = 1,150 + 0,076 = 1^{m},226,$$

bei No. 8

$$H = 1,150 + 0,0875 = 1^{m},2375$$

war; somit ist bei No. 7

$$Q = 0,625 \,.\, 1,51 \,.\, 0,152 \,.\, 4,90 = 0^{cbm},7029,$$

bei No. 8

$$Q = 0,625 \,.\, 1,51 \,.\, 0,175 \,.\, 4,93 = 0^{cbm},820.$$

Aufnahmsdaten der Bremsversuche bei $\frac{2}{3}$ geöffneter Turbine.
($h = 190^{mm}$)

No. der Versuche	Zeit des Versuches	Gefälle während des Versuches m	Aufgelegtes Gewicht incl. Schale k	Umdrehungen pro Minute	Höhe des Wassers, welches über Leerfallenkante floss mm
5	$\frac{3}{4}$10	1,250	80	39	135
6	10	1,270	60	46	155

Aufnahmsdaten der Bremsversuche bei $\frac{1}{3}$ geöffneter Turbine.
($h = 90^{mm}$)

No. der Versuche	Zeit des Versuches	Gefälle während des Versuches m	Aufgelegtes Gewicht incl. Schale k	Umdrehungen pro Minute	Höhe des Wassers, welches über Leerfallenkante floss mm
7	$\frac{1}{4}$11	1,110	50	$28\frac{1}{2}$	152
8	$\frac{1}{2}$11	1,150	35	37	175

Bei Versuch No. 9 wurde die Turbine ganz geöffnet, wodurch der Oberwasserspiegel soweit heruntersank, dass das Gefälle nur noch $0^{mm},980$ betrug, und wurde nun durch Bremsen dieser Beharrungszustand erhalten. Hierzu waren die Daten:

9	11	0,980	75	36	—

Als Wassermenge kann man die aus den Messungsversuchen erhaltene mittlere annehmen, also $Q = 1^{cbm},2328$.

Zusammenstellung der Bremsversuche.

Tabelle No. I.

a) Bremsversuche mit der ganz geöffneten Turbine.
($h = 290^{mm}$)

No. des Versuches	Zeit des Versuches	Gefälle m	Wassermenge in Cubikmetern, gemessen im Canal	gemessen am Leerschuss	welche in Rechnung kommt	Absolute Kraft Pferdest.	Aufgelegtes Gewicht k	Touren pro Minute	Effective Kraft Pferdest.	Nutzeffect pCt.
1	$\frac{3}{4}$9	1,10	1,2965	0,0273	1,2692	18,61	90	40	15,07	81,0
2	9^{10}	1,08	1,2455	0,0234	1,2221	17,59	110	$32\frac{3}{4}$	15,08	85,7
3	9^{15}	1,05	1,2455	—	1,2455	17,43	110	$32\frac{3}{4}$	15,08	85,9
4	$9\frac{3}{4}$	1,08	1,1550	0,036	1,1190	16,11	90	38	14,31	88,8

Mithin der durchschnittliche Nutzeffect = 85,3 pCt.

b) Bremsversuche mit der $\frac{2}{3}$ geöffneten Turbine.
($h = 190^{mm}$)

No. des Versuches	Zeit des Versuches	Gefälle m	gemessen im Canal	gemessen am Leerschuss	welche in Rechnung kommt	Absolute Kraft Pferdest.	Aufgelegtes Gewicht k	Touren pro Minute	Effective Kraft Pferdest.	Nutzeffect pCt.
5	$\frac{3}{4}$10	1,25	1,1497	0,12175	1,0280	17,129	80	39	13,06	76,2
6	10	1,27	1,105	0,14968	0,9552	16,172	60	46	11,555	71,4

Mithin der durchschnittliche Nutzeffect = 73,3 pCt.

c) Bremsversuche mit der $\frac{1}{3}$ geöffneten Turbine.
($h = 90^{mm}$)

No. des Versuches	Zeit des Versuches	Gefälle m	gemessen im Canal	gemessen am Leerschuss	welche in Rechnung kommt	Absolute Kraft Pferdest.	Aufgelegtes Gewicht k	Touren pro Minute	Effective Kraft Pferdest.	Nutzeffect pCt.
7	$\frac{1}{4}$11	1,11	1,24095	0,7029	0,548	8,0	50	$28\frac{1}{2}$	5,96	74
8	$\frac{1}{2}$11	1,15	1,32738	0,820	0,5070	7,7	35	37	5,40	70

Mithin der durchschnittliche Nutzeffect = 72 pCt.

d) Bremsversuch mit ganz geöffneter Turbine und niedrigem Gefälle.

No. des Versuches	Zeit des Versuches	Gefälle m	gemessen im Canal	gemessen am Leerschuss	welche in Rechnung kommt	Absolute Kraft Pferdest.	Aufgelegtes Gewicht k	Touren pro Minute	Effective Kraft Pferdest.	Nutzeffect pCt.
9	11	0,980	—	—	1,2328	15,99	75	36	11,513	72

Tabelle No. II.

Hierbei ist für die Versuche die mittlere Wassermenge von den betreffenden Versuchen eingesetzt.

a) Bremsversuche mit der ganz geöffneten Turbine. ($h = 290^{mm}$)

No. des Versuches	Zeit des Versuches	Gefälle m	Wassermenge pro Secunde Cubikmeter	Absolute Kraft Pferdest.	Aufgelegtes Gewicht k	Touren pro Minute	Effective Kraft Pferdest.	Nutzeffect pCt.	Nutzeffect im Mittel pCt.
1	$\frac{3}{4}9$	1,10	1,21395	17,8	90	40	15,07	84,1	$85\frac{1}{4}$
2	9^{10}	1,08		17,47	110	$32\frac{3}{4}$	15,08	86,3	
3	9^{15}	1,05		16,99	110	$32\frac{3}{4}$	15,08	88,7	
4	$9\frac{3}{4}$	1,08		14,47	90	38	14,31	81,9	
			b) Bremsversuche mit der $\frac{2}{3}$ geöffneten Turbine. ($h = 190^{mm}$)						
5	$\frac{3}{4}10$	1,25	0,99175	16,52	80	39	13,06	79	$74\frac{1}{2}$
6	10	1,27		16,78	60	46	11,555	70	
			c) Bremsversuche mit der $\frac{1}{3}$ geöffneten Turbine. ($h = 90^{mm}$)						
7	$\frac{1}{4}11$	1,11	0,5275	7,80	50	$28\frac{1}{2}$	5,96	76,4	$71\frac{1}{3}$
8	$\frac{1}{2}11$	1,15		7,9	35	37	5,40	68,3	

Schlussfolgerungen.

1) Bei demselben Gefälle (1^m,1) und Radhöhen, bezw. Schützenstellungen von 290^{mm} und 90^{mm} und Wasserverbrauch von 1^{cbm},2692 gegen 0^{cbm},548 pro Secunde werden die Umdrehungszahlen 40 gegen 50 pro Minute, die Leistungen 15 gegen 8 Pferdest., der Nutzeffect 81 gegen 74 pCt. also in unerheblichem Masse reducirt, wobei zu berücksichtigen ist, dass die Turbine im zweiten Falle mit verhältnissmässig mehr Wasser beaufschlagt wird.

2) Bei nahezu gleicher Wassermenge 1^{cbm},2328 und 1^{cbm},2221 pro Secunde und Gefällen von 1^m,08 gegen 0^m,98 und jedesmal ganz geöffneter Turbine war die Umdrehungszahl $32\frac{3}{4}$ gegen 36 pro Minute, die Leistungen 15,08 gegen 11,5 Pferdest., der Nutzeffect 85 gegen 74 pCt., so dass bei grösserem Gefälle die Turbine das günstigere Resultat in Bezug auf den Nutzeffect aufweist.

3) Bei der gleichen Oeffnung der Turbine findet man bei der kleineren Umdrehungszahl den höheren Nutzeffect, so dass z. B. die effective Kraft bei 1^{cbm},2692 Wasser und 1^m,10 Gefälle die gleiche ist wie bei nur 1^{cbm},2455 Wasser und nur 1^m,05 Gefälle; ebenso ist bei den um gleiches aber nur um 90^{mm} geöffneten Turbinen die effective Kraft bei 1^{cbm},24095 Wasser und 1^m,11 Gefälle grösser als bei 1^{cbm},32738 Wasser und 1^m,15 Gefälle, während die Umdrehungszahl im letzteren Fall 37, im ersteren nur $28\frac{1}{2}$ beträgt.

4) Der höchste Nutzeffect, 88 pCt., stellte sich heraus bei voller Oeffnung der Turbine, bei 1^m,080 Gefälle und 1^{cbm},119 Wasser pro Secunde und einer Umdrehungszahl von 38 pro Minute. Dem entspricht eine Umfangsgeschwindigkeit des Rades gleich 0,734 der theoretischen Geschwindigkeit, welche dem Gefälle entspricht.

5) Der niedrigste Nutzeffect, 70 pCt., stellte sich bei der um 90^{mm} geöffneten Turbine heraus bei 1^m,15 Gefälle, 0^{cbm},5070 Wasser pro Secunde und 37 Umdrehungen pro Minute. Diesem entspricht eine Umfangsgeschwindigkeit des Rades gleich 0,695 der theoretischen Geschwindigkeit, welche dem Gefälle entspricht. Ungefähr bei derselben Umdrehungszahl ist der Geschwindigkeitscoefficient im letzteren Falle also bedeutend geringer, obgleich das Gefälle dort noch höher ist.

6) Die grösste Umdrehungszahl 46 stellte sich heraus bei der um 190^{mm} geöffneten Turbine; bei derselben disponiblen Leistung (absoluten Kraft) und ganz geöffneter Turbine wurde bei nur 38 Umdrehungen pro Minute der höchste Nutzeffect 88,8 pCt. erzielt, während hier nur 71,4 pCt. sich herausstellten.

Aus Obigem geht deutlich hervor, dass die Zeidler-sche Turbine die höchst möglichen Nutzeffecte erzielt und auch bei geringer Schützenöffnung noch einen sehr beträchtlichen Nutzeffect besitzt, der von manchem anderen Turbinensystem in Wirklichkeit nur bei vollen Querschnitten erreicht wird. Man wird in fachmännischen Kreisen dann auch nicht weiter mit der Anerkennung der Vorzüge der Zeidler'schen Turbine zurückhalten können, und wird die weitere Verbreitung derselben auf erfreulichste Weise ihren Fortgang nehmen.

R. L.

Ueber Kesselsteinbildungen und deren Verhütung.*)

Von Dr. **F. Fischer.**

(Vorgetragen in der Sitzung des Hannoverschen Bezirksvereines vom 20. October 1876.)

Bekanntlich kann durch Dampfkessel, deren innere Flächen mit Krusten und Schlamm bedeckt sind, nur eine sehr unvollkommene Ausnutzung des Brennmaterials erreicht werden. Die Bleche, welche mit den Feuergasen in Berührung kommen, werden überhitzt und stark abgenutzt, oft sogar glühend. Dadurch wird aber die Festigkeit derselben bedeutend verringert, was um so bedenklicher ist, als die durch die verschiedene Ausdehnung der einzelnen Kesseltheile bedingten Spannungen und somit auch die Explosionsgefahren durch das Glühen dieser Bleche offenbar wesentlich vergrössert werden. Berücksichtigt man ferner, dass unreines Wasser oft stark schäumt, Wasserstandsapparate und Manometer verstopft, dass der Schlamm selbst in die Maschine mit übergerissen wird, so ist es als eine der Hauptaufgaben des Dampfkesselbetriebes zu bezeichnen, die Bildung von Kesselsteinkrusten und Schlammablagerungen zu verhindern.

Kesselsteinbildner sind namentlich der schwefelsaure Kalk (Gyps) und die Bicarbonate des Kalkes und der Magnesia, weniger schwefelsaure Magnesia und Chlormagnesium, welche Magnesiumhydrat abscheiden oder nach Hoppe-Seyler mit kohlensaurem Kalk Dolomit bilden können, sowie Aluminium- und Eisenverbindungen und Kieselsäure.

Da es nur in den seltensten Fällen möglich sein wird, ein reines Wasser zum Speisen der Dampfkessel anzuwenden, so müssen die Kesselstein bildenden Bestandtheile des gewöhnlichen Wassers unschädlich gemacht werden. Man hat dies zu erreichen gesucht:

1) Durch Vorrichtungen und Zusätze, welche im Kessel selbst zur Anwendung kommen, um die Bildung eines festen Ansatzes zu verhüten, und zwar durch

Elektricität.
Kesselsteinsammler und Vorrichtungen, welche eine rasche Bewegung des Kesselwassers bezwecken.
Blechschnitzel, Sand, Thon u. dgl.
Fetten und Theeren der Kesselwände.
Gerbstoffhaltige Substanzen, Katechu.
Stärkemehlhaltige Stoffe, Zucker, Glycerin.
Fällungen im Kessel.
Häufiges Ausblasen.

2) Durch Ueberführen der Kesselsteinbildner des Speisewassers in leicht lösliche Verbindungen oder Ausfällen derselben, bevor das Wasser in den Kessel kommt, und zwar durch

Salzsäure, Essigsäure, Salmiak.
Chlorbarium.
Erhitzen in Vorwärmern.
Kalkmilch oder ätzende Alkalien.
Soda oder ähnliche Fällungsmittel.
Gleichzeitige Anwendung mehrerer Wasserreinigungsverfahren.

Elektricität und Zinkeinlagen.

Am 29. September 1840 erhielt der Maschinenwärter Patterson einen elektrischen Schlag, als er nach dem Sicherheitsventil eines Dampfkessels des Kohlenbergwerkes Cramlington griff, während seine Beine von einem Dampfstrahl getroffen wurden, welcher aus einer Undichtigkeit desselben Kessels ausströmte. Armstrong und Pattinson untersuchten diese Erscheinung genauer. Faraday und Pattinson glaubten, dass die beobachteten grossen Elektricitätsmengen bei der Verdampfung des Kesselwassers frei würden, da eine isolirte Locomotive negativ, der ausströmende Dampf aber positiv war. Schafhäutl und Rowell meinten, diese Elektricität stehe in Beziehung zu dem bei der Expansion des Hochdruckdampfes latent werdenden Wärmestoffe.

Armstrong vermuthete anfangs, die beobachtete Elektricität stehe in Beziehung zur Dampfkesselexplosion. Jobard und Andraud glauben ebenfalls, beim Verdampfen des Kesselwassers werde Elektricität entwickelt, welche unter Umständen die Fähigkeit erlange, zu explodiren. Auch Tassin, J. G. Hofmann, Meikle und Andere meinen, bei Dampfkesselexplosionen sei Elektricität im Spiele.

Schon Armstrong überzeugte sich durch Versuche an Dampfkesseln, dass der Dampf im Kessel noch nicht elektrisch ist. Weitere Versuche von Schafhäutl, Sturgeon, namentlich aber von Armstrong zeigten, dass die beim Abblasen des Dampfes frei werdende Elektricität völlig unabhängig von der Verdampfung des

*) Als literarische Quellen für die nachstehenden Mittheilungen wurden ausser der Vereinszeitschrift benutzt:

Dingler's Polytechnisches Journal.
Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft.
Zeitschrift des Vereines für Rübenzucker-Industrie des deutschen Reiches.
Annales de Chimie et de Physique.
Industrieblätter.
Deutsche Bauzeitung.
Gewerbeblatt für das Grossherzogthum Hessen.
Organ des Vereines für Rübenzucker-Industrie der österreichisch-ungarischen Monarchie.
Mittheilungen des Magdeburger Vereines für Dampfkesselbetrieb.
Der Arbeitgeber.
Rigasche Industriezeitung.
Comptes rendus.
Deutsche Industriezeitung.
Wagner's Jahresberichte.
Polytechnisches Centralblatt.
Bulletin de la Société industrielle de Rouen.
Bayerisches Kunst- und Gewerbeblatt.
Scientific American.
Hannoversches Wochenblatt für Handel und Gewerbe.
Kohlrausch's Organ für Rübenzucker-Industrie.
Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft.

Wassers ist; die ausschliessliche Ursache der Elektricitätserregung ist die Reibung des austretenden Wasserdampfes. Faraday bewies, dass beim Ausströmen des Dampfes sich nur dann Elektricität zeigt, wenn derselbe zugleich Wassertheilchen enthält, die Elektricität also nur durch Reibung der Wasserkügelchen an den Wandungen der Ausströmungsöffnungen entsteht; Salze hindern meist die Elektricitätsentwickelung, Oel kehrt die Elektricität um.

An einem kleinen Dampfkessel, der bei Besprechung der Zinkeinlagen näher beschrieben werden soll, habe ich mehrere Male mittelst eines isolirten Kupfer- oder Eisendrahtes das Kesselwasser mit der äusseren Oberfläche des Kessels verbunden und in die Leitung einen empfindlichen Multiplicator eingeschaltet. Weder mit destillirtem Wasser noch mit Gyps- oder Chlormagnesiumlösung konnte der geringste Strom wahrgenommen werden. Wurde jedoch in diese Leitung noch eine kleine Thermosäule eingeschaltet und diese mit der Hand berührt, so gab die Multiplicatornadel sofort einen starken Ausschlag; Leitungsdrähte, Klemmschrauben u. dgl. waren demnach in Ordnung.

Armstrong vermuthete anfangs, die erwähnte Elektricitätserscheinung stehe in Beziehung zur Kesselsteinbildung. Peltier meint, man könne diese Elektricität vielleicht zur Erkennung des Zustandes der Kesselsteinkruste benutzen. Die neuerdings von Schäfer und in ähnlicher Weise von Field aufgestellte Hypothese, der Kesselstein sei, analog der Galvanoplastik, der elektromagnetischen Kraft der erwärmten Kesselplatten zuzuschreiben, widerspricht selbst den einfachsten physikalischen Gesetzen. Ueberdies zeigt jede Analyse von Kesselsteinkrusten, dass bei Bildung derselben von einer galvanischen Zersetzung der im Speisewasser gelösten Salze nicht die Rede sein kann.

Die Bildung fester Kesselsteinkrusten durch Elektricität zu verhüten, ist schon mehrfach versucht worden.

Parry liess sich am 15. September 1864 die Anwendung eines im Dampfkessel isolirt befestigten Kupferrohres mit zahlreichen magnetischen Spitzen patentiren. Angeblich sollte hierdurch ein elektrischer Strom erzeugt werden, welcher in den Metalltheilchen des Kessels eine erschütternde Bewegung hervorbringe und so auf mechanischem Wege den Ansatz von Kesselstein verhindere.

Aehnlich ist Baker's Anti-Incrustator. Im oberen Theile eines Kessels, der sich im isolirten Zustande befinden soll, ist ein Messingstern mit kupfernen Spitzen an einem Porzellanhefte befestigt. Von hier geht ein Kupferdraht abwärts und läuft nach einer rechtwinkligen Biegung, ohne die Kesselwand zu berühren, bis zum anderen Ende des Kessels, wo er wieder an einem Porzellanringe befestigt ist. Durch diese Vorrichtung soll die Bildung fester Krusten verhütet, alte Kesselsteine aber gelöst werden. Sommer, Webb, Sabine und Ramsbottom suchen die angebliche Wirkung dieses Apparates durch elektrische Ströme, ja selbst durch Wasserzersetzung zu erklären. Ihre Angaben sind aber derartig widersinnig, dass der vernichtenden Kritik von C. K. in Dingler's Polytechn. Journal, Bd. 187, S. 447 und Bd. 188, S. 99 nur zugestimmt werden kann.

Die in letzter Zeit vielfach besprochene Anwendung des Zinkes gegen Kesselsteinbildungen und gegen das Verrosten der Bleche ist nicht neu. H. Davy bemerkte schon in einem am 8. Juni 1826 gehaltenen Vortrage, dass eiserne Dampfkessel durch ein Stück Zinn oder Zink gegen Oxydation geschützt werden könnten. Beek fand dagegen, dass Zinn das Verrosten begünstige, dass man daher beim Zink stehen bleiben müsse. Bei einem mit saurem Grubenwasser gespeisten Dampfkessel konnte die Zerstörung dadurch verhindert werden, dass an den inneren Wänden desselben ringsum in der Höhe des Wasserspiegels breite Zinkplatten befestigt wurden. Becquerel fand, dass Eisen unter Wasser durch Berührung mit Zink, dessen Oberfläche rein gehalten wurde, vor dem Verrosten geschützt werden kann. Frischen beobachtete, dass Eisen durch angelöthete Zinkstreifen vor Rost geschützt wird, wenn es von Wasser völlig bedeckt ist; in feuchter Luft wirkte Zink nur in unmittelbarer Umgebung. Dass das Zink nur so lange wirkt, als dasselbe metallisch mit dem Eisen verbunden ist, fand schon Mallet. Die Versuche von Lenger und Hutten ergaben, dass Eisen selbst durch angegossenes Zink nicht geschützt wurde.

Das Rosten der Dampfkessel wird durch eingelegtes Zink nach meinen Beobachtungen zwar etwas vermindert, keineswegs aber verhindert. Dasselbe ist von Münter mitgetheilt; von zwei Kesseln, die mit demselben Wasser gespeist wurden und gleich lange im Betrieb waren, enthielt der Schlamm des einen Kessels ohne Zinkeinlage 7,9 pCt., der des Kessels ohne Zink aber 5 pCt. Eisenoxyd.

Zur Verhütung der Krustenbildung in Dampfkesseln löthet Babington mit gewöhnlichem Weichloth viel Zinkblech im Inneren des Kessels an, dass die Oberfläche des Bleches den fünfzehnten Theil der von Wasser bedeckten Kesseloberfläche beträgt. Vaughan lässt nach einem englischen Patente vom 31. December 1870 das Zink in Form eines Bandes durch eine automatische Vorrichtung nach und nach in den Kessel eintreten, da das ablagernde Oxyd die Wirkung des Metalles bald aufhebe.

Lesueur berichtet über günstige Resultate der Zinkeinlagen bei einem Schiffskessel, Protzen und Herzbruch haben nach Anwendung der Zinkeinlagen nur noch Schlammablagerungen gefunden. Auch in mehreren Kesseln der Main-Neckar-Eisenbahn wurde die Bildung fester Krusten durch Zinkeinlagen theils vermindert, theils fast völlig verhindert. Der Bericht der Direction empfiehlt, das Zink in zerkleinerter Form in den Kessel zu bringen und zwar in die unteren Wasserschichten, jedoch nicht so tief, dass es von den sich niederschlagenden festen Bestandtheilen eingeschlämmt werden kann. Für 1^{qm} Heizfläche sollen $0^k,24$ Zink für jeden Monat erforderlich sein; es scheint einerlei zu sein, ob dasselbe auf einmal oder nach und nach eingeführt wird.

Wie mir Hr. Ingenieur Bachmann mittheilte, hat derselbe in einem Kessel mit zwei Flammröhren ebenfalls einen Versuch mit Zinkeinlagen gemacht. Vier Zinkplatten, wie sie im Handel vorkommen, zusammen 24^{k}, wurden auf ein siebartig durchlöchertes Eisenblech gelegt, welches 125^{mm} vom Kesselboden, etwa in der Mitte des Dampfkessels befestigt war. Nachdem der Kessel 172 Stunden ununterbrochen mit 4 Atm. Ueberdruck gearbeitet hatte, wurde derselbe geöffnet. Anscheinend hatten sich keine festen Krusten, wohl aber eine grosse Menge Schlamm gebildet; die Zinktafeln wogen lufttrocken 26^{k},25.

Die mir zur Untersuchung übergebenen Speisewasser (I) und Kesselwasser (II) enthielten in 1 Liter:

	Milligramm *)	
	I	II
Zink	0	0
Schwefelsäure	261	1545
Chlor	108	2254
Salpetersäure	Spur	16
Salpetrige Säure	0	Sehr stark
Organische Stoffe	38	392
Kalk	285	806
Magnesia	8	8
Davon durch Kochen fällbar:		
Kalk	134	0
Magnesia	Spur	0
entsprechend:		
Kohlensaurer Kalk	240	0
Kohlensaure Magnesia	Spur	0
Schwefelsaurer Kalk	366	1958
Chlormagnesium	18	20.

Das Wasser war im Dampfkessel also um das 21fache concentrirt, wie der Chlorgehalt zeigt.

Eine Probe des Schlammes bestand aus:

Schwefelsaurer Kalk	40,15 pCt.
Kohlensaurer Kalk	41,00 -
Kohlensaure Magnesia	8,94 -
Unlöslich	2,16 -
Wasser und zweifelhafte Spuren von Zink.	

Die beigefügten Kesselsteinkrusten bildeten 3 bis 4^{mm} dicke, sehr harte Platten, welche sich schwer zerreiben liessen. Die Analyse derselben ergab:

Kalk	38,62
Magnesia	1,78
Schwefelsäure	51,42
Kohlensäure	2,01
Unlöslich	1,43
Wasser, beim schwachen Glühen	4,60
	99,86

entsprechend:

Schwefelsaurer Kalk, halbgewässert	61,19 pCt.
Anhydrid	30,02 -
Kohlensaurer Kalk	4,70 -
Magnesiumhydrat	2,58 -
Unlöslich	1,43 -

*) Die Säuren als Anhydride (SO_3), die Metalle als Oxyde (CaO, MgO) gerechnet.

Die Zinkplatten waren völlig, senkrecht zur Gussfläche, zerklüftet, bläulich grau. Sie bestanden nach der von Hrn. L. Tietjens in meinem Laboratorium ausgeführten Untersuchung aus:

Zinkoxyd	83,9
Zink, metallisch	15,3
	99,2.

Zur Bestimmung des metallischen Zinkes wurde eine abgewogene Probe in einem Gläschen mit verdünnter Schwefelsäure übergossen, und der entwickelte Wasserstoff in einer graduirten Röhre gemessen, unter Berücksichtigung der Temperatur und des Barometerstandes. 22^{cc},37 trocknes Wasserstoffgas von 0^{0} und 760^{mm} entsprechen bekanntlich 65^{mg} Zink. Die Gesammtmenge des Zinkes wurde in bekannter Weise als Zinkoxyd bestimmt; die Differenz gab das vorhandene Oxyd.

Diesen über die Wirkung des Zinkes als Antikesselsteinmittel günstig lautenden Berichten steht eine mindestens ebenso grosse Zahl von Beobachtungen gegenüber, nach denen Zinkeinlagen auf die Kesselsteinbildungen einen nur zweifelhaften oder gar keinen Einfluss gehabt haben.

Bachmann hat bereits im Jahre 1847 in Eschweiler im Unterkessel eines Dampfkessels mit Zwischenfeuer mehrere Zinkringe eingetrieben, ohne während eines ganzen Jahres irgend welche Einwirkung auf die Kesselsteinbildung wahrnehmen zu können. Darmstädter hat Zinkstücke in einen Dampfkessel gebracht; der vorwiegend aus kohlensaurem Kalk bestehende Kesselstein setzte sich aber nach wie vor an und umhüllte auch das sonst ganz unverändert gebliebene Zink. Hanisch hat in 6 Kesseln Zinkstücke im Gewichte von 4 bis 10^{k} eingesetzt. Das Zink blieb an der Stelle liegen, in Kesselstein und Schlamm fest eingebettet, hatte in der ganzen Masse eine bläulich graue Farbe angenommen und zerfiel bei Berührung in erbsengrosse Stücke, die sich zwischen den Fingern zu Pulver leicht zerreiben liessen. In einem länger im Betriebe befindlichen Kessel war das Zink zu runden Körnern und Staub zertheilt von schmutzig weisser Farbe. Die Analyse ergab:

	Aus 10^{k} Zink nach 10 Tagen	Aus 5^{k} Zink nach 6 Wochen
Zink	52,348	—
Zinkoxyd	41,052	86,626
Kohlensäure	4,030	11,340
Wasser	2,570	2,034
	100,000	100,000.

Nach sechswöchentlichem Betriebe war das Zink also völlig zersetzt. Die Kesselsteinbildungen waren überall genau so wie ohne Anwendung von Zink.

Weinlig bemerkt, dass einige Versuche ungünstige, andere angeblich günstige Resultate ergeben hätten; übrigens seien auch vielfach nicht ganz correcte Beobachtungen gemeldet. Auf zwei Gruben wurden bei je einem Kessel Versuche mit Einhängen von Zink in das Speisewasser gemacht. Nach sechswöchentlichem Betriebe wurden die Kessel wieder untersucht und weder irgend eine Wirkung noch ein Erfolg constatirt.

Münter hat mit Zinkblecheinlagen auch bei Anwendung eines vorwiegend gypshaltigen Wassers ungünstige Resultate erhalten. Bei einem anderen Versuche wurden sowol im Oberkessel als im Unterkessel neben 22^{k} Zinkblechstreifen 58^{k} Zinkbarren von 260^{mm} Breite, 420^{mm} Länge und 20^{mm} Dicke eingelegt. Beim Oeffnen des Oberkessels zeigte sich, dass die 1^{mm},5 dicke Kesselsteinschicht nach oben zu leicht und in grösseren Flächen absprang, nach unten aber zähe war; im Unterkessel war die Steinschicht dünn. Das Zink war fast völlig in Oxyd verwandelt.

Dass in Kesseln mit Unterfeuer Zinkeinlagen selbst gefährlich werden können, zeigt folgende Beobachtung. In einem Kessel war eine Anzahl Zinkstücke eingelegt. Etwa 8 Tage später bekam die vorher ganz gesunde Feuerplatte eine Beule und dann einen 12^{cm} langen Riss, infolge dessen der Betrieb sofort eingestellt und ein Flick eingesetzt werden musste. Die Untersuchung ergab, dass das Zink durch Schmelzen oder andere Einflüsse sich mit dem im Kessel befindlichen Kesselstein und Schlamm zu einer zusammengesinterten oder porös zusammengebackenen Masse verbunden hatte, die fest an der Platte anhaftete.

In einem hiesigen Dampfkessel, der mit 4 Atm. arbeitete, wurden auf das Flammrohr mittelst niedriger durchlöcherter Eisengestelle mehrere dicke Zinktafeln gebracht. Beim Oeffnen des Kessels zeigte sich auf dem Flammrohr eine sehr feste Kesselsteinschicht von 0,5 bis 1^{mm},5 Dicke, die vorwiegend aus schwefelsaurem Kalk bestand, unter dem Flammrohr eine 6 bis 8^{mm} dicke, sehr feste Kruste. Unter der Kesselsteinschicht waren die durch Hammerschläge der letzten Reinigung bloss gelegten Stellen des Kesselbleches stark verrostet.

1^{l} des Speisewassers (I) und des Kesselwassers (II) enthielt:

	Milligramm I	Milligramm II
Zink	0	0
Schwefelsäure	171	858
Chlor	153	6017
Salpetersäure	57	1106
Salpetrige Säure	Spur	Sehr stark
Organische Stoffe	94	3104
Kalk	256	1350
Magnesia	6	12
Davon durch Kochen fällbar:		
Kalk	120	0
entsprechend:		
Kohlensaurer Kalk	214	0
Schwefelsaurer Kalk	291	1458
Chlorcalcium	32	1484
Chlormagnesium	13	29.

Der ziemlich reichlich abgesetzte Schlamm bestand lufttrocken aus:

Schwefelsaurer Kalk	38,96 pCt.
Kohlensaurer Kalk	46,95 -
Kohlensaure Magnesia	5,46 -
Unlöslich	2,28 -
Wasser u. s. w.	

Vor Anwendung des Zinkes hatte sich eine 10 bis 12^{mm} dicke, ziemlich feste Kruste gebildet. Die Analyse des Kesselsteins vor (I) und nach (II) Verwendung der Zinkeinlagen (Kruste unter dem Flammrohr) ergab:

	I	II
Kalk	42,49	42,91
Magnesia	1,12	6,44
Schwefelsäure	34,56	14,68
Kohlensäure	15,31	25,80
Unlöslich	1,48	1,92
Wasser	4,92	6,81
	99,88	98,56
entsprechend:		
Kohlensaurer Kalk	34,30	58,55
Gyps	0	14,16
Schwefels. Kalk, halbgewäss.	60,32	14,50
Magnesiahydrat (Brucit)	1,62	9,34.

Trotz des verhältnissmässig hohen Gehaltes des Speisewassers an schwefelsauren, salpetersauren und Chlor-Verbindungen war der Erfolg der Zinkeinlagen doch so zweifelhaft, dass das sogenannte de Haen'sche Wasserreinigungsverfahren eingeführt wurde.

In dem Kessel einer Fabrik in Linden waren etwa 3^{mm} dicke Zinkplatten eingelegt worden. 1^{l} des Speisewassers (I) und des beim Ausserbetriebsetzen des Kessels abgelassenen Kesselwassers (II) enthielt:

	Milligramm I	Milligramm II
Zink	0	0
Schwefelsäure	361	738
Chlor	253	7199
Salpetersäure	56	468
Salpetrige Säure	Stark	Sehr stark
Organisch	108	563
Kalk	422	2467
Magnesia	7	36
Davon durch Kochen fällbar:		
Kalk	152	0
entsprechend:		
Kohlensaurer Kalk	271	0
Schwefelsaurer Kalk	613	1255
Chlorcalcium	36	3866
Chlormagnesium	17	86.

Dem Chlorgehalt entsprechend, war das Kesselwasser demnach auf das 30fache concentrirt; organische Stoffe und die Salpetersäure wurden hierbei theilweise zersetzt. Die Kesselsteinbildung war aber trotz des vorwiegenden schwefelsauren Kalkes dieselbe, als sie früher ohne Zink gewesen war.

Die 10 bis 12^{mm} dicken, festen Kesselsteinkrusten bestanden aus:

Kalk	37,98
Magnesia	4,10
Schwefelsäure	46,25
Kohlensäure	4,56
Wasser	3,49
Unlöslich	2,95
	99,33,

entsprechend:

Anhydrid	54,42 pCt.
Schwefelsaurer Kalk, halbgewässert	26,54 -
Magnesiahydrat	5,95 -
Kohlensaurer Kalk	9,90 -

Eine Probe des bei 100° getrockneten Schlammes bestand aus:

Schwefelsaurer Kalk	61,08 pCt.
Kohlensaurer Kalk	30,30 -
Kohlensaure Magnesia	4,12 -
Unlöslich	1,39 -
Wasser, Eisenoxyd u. s. w.	

Das Zink war mit einer sehr dünnen Oxydschicht überzogen, sonst aber völlig unverändert.

Durch Vermittelung des Hrn. Grabau erhielt ich von Hrn. Eppen in Winsen Proben von Wasser, Kesselstein und Zink zur Untersuchung zugeschickt. In einem Kessel waren 10^k dünne Zinktafeln eingesetzt; nach 42tägigem ununterbrochenen Betriebe wurde der Kessel kalt gelegt. 1^l des Speisewassers (I) und des Kesselwassers (II) enthielt:

	Milligramm I	Milligramm II
Zink	0	0
Schwefelsäure	27	565
Chlor	11	802
Salpetersäure	0	0
Salpetrige Säure	0	0
Organische Stoffe	82	3616
Kalk	23	325
Magnesia	Spur	Spur
Durch Kochen fällbar:		
Kalk	Spur	0

entsprechend:

Kohlensaurer Kalk	Spur	0
Schwefelsaurer Kalk	46	789
Chlormagnesium	Spur	Spur.

Die Zinktafeln waren fast unverändert, nur mit wenig Schlamm bedeckt; auf die Kesselsteinbildung hatten dieselben keinen Einfluss ausgeübt.

In einem zweiten Kessel, der mit demselben Wasser gespeist wurde, waren 15^k Zinktafeln und, da von anderer Seite angegeben war, dass die Wirkung des Zinkes durch die Gegenwart von Chloriden bedingt sei, 50^k Kochsalz eingeführt. Nachdem der Kessel zwei Monate Tag und Nacht gearbeitet hatte, wurde er kalt gelegt. Die Kesselsteinbildung war dieselbe. 1^l des abgelassenen Kesselwassers enthielt:

	Milligramm
Kalk	342
Magnesia	Spur
Schwefelsäure	669
Chlor	1956
Salpetersäure	0
Salpetrige Säure	0
Organisches	2467
Zink	0.

Es ist noch zu bemerken, dass bei diesen Versuchen täglich zur Entfernung des Schlammes ein Theil des Wassers abgeblasen wurde.

Bei einem neuen Versuche wurden ausser aufgerollten Zinkblechen auch einige Zinkblöcke von etwa 7^{cm} Quadrat und 30^{cm} Länge an dünnen Eisenstangen in das Kesselwasser eingehängt. Als nach zwei Monaten der Kessel geöffnet wurde, war die Kesselsteinkruste auf dem Flammrohre allerdings anscheinend dünner als sonst, unten im Kessel war aber die gleiche Menge Kesselstein wie früher abgesetzt.

Die Zinkblöcke waren völlig zerklüftet, grauschwarz mit bläulichem Anflug. Die Analyse ergab:

Zink	8,4
Zinkoxyd	88,5
Wasser, Kohlensäure.	

Es wurde nun ein neuer Versuch gemacht, und zwar wurden 15^k Zinkblech und 50^k Kochsalz in den Kessel gebracht; das Speisewasser war dasselbe wie früher. Nach etwa 3 Monate langem Betriebe fand man wieder auf dem Flammrohre die dünne Schicht, unten im Kessel dieselbe fest anhaftende Kruste wie früher. Das abgelassene Kesselwasser enthielt in 1^l:

	Milligramm
Kalk	283
Magnesia	19
Schwefelsäure	583
Chlor	1754
Salpetersäure	0
Salpetrige Säure	Spur
Organische Substanz	2012
Zink	0

entsprechend 688^{mg} $CaSO_4$, 46^{mg} $MgCl_2$ und 2833^{mg} $NaCl$.

Die Zinktafeln bestanden aus:

Zink	2,2
Zinkoxyd	95,6
Wasser, Kohlensäure.	

Der im Kessel ausgeschiedene Schlamm war schwarzbraun und bestand aus:

Kohlensaurer Kalk	53,70
Kohlensaure Magnesia	2,25
Schwefelsaurer Kalk	6,56
Eisenoxyd	3,73
Unlöslich, namentlich Organisches	26,08
	92,32.

Die 1 bis 2^{mm} dicken Kesselsteinkrusten, welche sehr fest waren, bestanden aus:

Kohlensaurer Kalk	85,20
Schwefelsaurer Kalk	3,40
Magnesiumhydrat	1,01
Eisenoxyd	3,22
Unlösliches	3,50
Wasser, Verlust	3,67
	100,00.

Die Wirkung des Zinkes war demnach unbedeutend. Auch Bach hat nur ungünstige Erfahrungen gemacht. —

H. Blecher: Graphische Übersicht der schottischen Roheisen-Darstellung in den Jahren 1788 bis 1875.

Roheisen Production

Verschiffungen nach anderen Ländern.

Verschiffungen nach Deutschland und Holland.

Anzahl der Hohöfen

Durchschnittspreise von M. N. Warrants f. a. Glasgow.

Tausend Tons.

Hohöfen.

Shilling.

Königl. Hof-Lith. Hermann Veit, Burgstr. 6. Berlin C.

Als Ursache der von einigen Seiten beobachteten Wirkungen des Zinkes auf die Kesselsteinbildungen wird allgemein Elektricität angenommen. Das Zink soll als positiver, das Eisen als negativer Pol wirken, und durch den elektrischen Strom soll dann die Kesselsteinbildung verhütet werden; in welcher Weise dies geschehen soll, wird meist nicht angegeben.

Nach Scheibler dient nicht die glatte metallische, sondern nur die rostige Kesselwand der Kesselsteinablagerung als Anhaftungspunkt. Das Zink wird also nur in solchen Kesseln wirken können, welche frei von jeder Rostschicht sind; metallische Berührung des Zinkes mit dem Eisenblech ist unerlässlich. Drenkmann meint, durch Berührung des Zinkes mit dem Eisen entstehe ein galvanischer Strom; hierbei entwickele sich Wasserstoff, welcher von den Poren des Eisens fortwährend abströme und so als kleines mechanisches Rührwerk das feste Ansetzen der Kesselsteinbildner verhindere.

Seidler stellt folgende Thesen auf:

„1) Die Beseitigung des Kesselsteines durch Einbringen von Zink in den Dampfkessel beruht auf der Entstehung eines galvanischen Stromes, hervorgerufen durch das negative Eisen nnd das positive Zink und durch die Anwesenheit einer (hier sehr verdünnten) Salzlösung, das Wasser.

2) Die Salzlösungen werden durch den galvanischen Strom derart zerlegt, dass sich die Säure und der Sauerstoff am + Pole und das Metall am — Pole abscheiden. Die sich am negativen Pole abscheidenden Metalle sind in diesem Falle aber so leicht oxydirbar, dass sie dem Wasser den Sauerstoff entziehen und Basen bilden, während der Wasserstoff entweicht. Sind Chloride in dem Wasser gelöst, wie Chlornatrium, Chlorkalium, so wird das Chlor am + Pole, das Metall am — Pole abgeschieden, und letzteres oxydirt sich sofort auf Kosten des im Wasser enthaltenen Sauerstoffes.

3) Indem sich nun der Sauerstoff und die Säure am + Zink abscheiden, wird dieses oxydirt, und das entstandene Zinkoxyd verbindet sich mit der Säure zu einem Salz. Bildet nun die Säure mit dem Zinkoxyd ein lösliches Salz (schwefelsaures Zinkoxyd, salpetersaures Zinkoxyd), so wird die metallische Oberfläche des Zinkes rein erhalten, und die galvanische Wirkung nicht unterbrochen. Ebenso wirken alle Chloride, indem das am Zink sich abscheidende Chlor sofort das leicht lösliche Zinkchlorid bildet. Kesselstein bildet sich nicht; nur wird ein Schlamm auftreten, welcher durch stattgehabte Wechselzersetzung das Zink als Zinkoxyd oder als kohlensaures Zinkoxyd enthält.

4) Treten am positiven Pole Säuren auf, die mit dem Zink unlösliche Verbindungen bilden, z. B. kohlensaures Zinkoxyd, so wird das Zink im Kessel mit einem unlöslichen Oxyd überzogen. Dieses Oxyd leitet den galvanischen Strom nicht, die Wirkung des Zinkes hört auf.

5) Aus diesen Betrachtungen ist nun ersichtlich, weshalb an verschiedenen Orten die Anwendung des Zinkes von bestem Erfolg begleitet war, an anderen Orten dagegen durchaus zu keinem Resultate geführt hat.

6) Die Analyse des betreffenden Kesselspeisewassers (auch die des Kesselsteins) kann nur allein den Ausschlag geben, ob die Anwendung des Zinkes mit oder ohne Erfolg sein wird.

7) Die Wässer, welche Schwefelsäure, Chlor und Salpetersäure in Form von Gyps, schwefelsaurer Magnesia, Chlorkalium, Salpeter enthalten, und zwar in entsprechend grösserer Quantität als die kohlensauren Salze, bei diesen Wässern wird sich Zink bewähren.

8) Bei den Wässern, die neben den in 7) erwähnten Salzen bedeutende Mengen kohlensaurer Salze enthalten, kann sich trotz des Zinkes Kesselstein bilden. Zunächst werden die geringen Mengen der Salze zersetzt, deren Säuren das Zinkoxyd lösen; sind diese einmal zerlegt, so überzieht sich das Zink mit der nicht leitenden Oxydschicht, und die galvanische Strömung hört ein für alle Mal auf. Es wird sich ausser Schlamm auch Kesselstein bilden.

9) Die Wässer, welche nur doppeltkohlensaure Salze enthalten, als doppeltkohlensauren Kalk, doppeltkohlensaure Magnesia, doppeltkohlensaures Natron, setzen meistens keinen festen Kesselstein ab und bilden nur Schlamm. Die Anwendung des Zinkes führt zu keinem Resultat.

10) Die Anwendung des Zinkes bei Schiffskesseln wird mit dem besten Erfolg begleitet sein, indem der bedeutende Gehalt an Chlornatrium, schwefelsaurer Magnesia u. s. w. die galvanische Strömung unterhält.

11) In Dampfkesseln wird man das möglichst reine, bleifreie Zink am besten in Form von starkem Blech einbringen, um so eine grosse Oberfläche zu erhalten.

12) Das in den Kessel gebrachte Zink muss die reinen Kesselwände berühren, um die Schliessung der galvanischen Kette zu bewirken."

(Schluss folgt.)

Vermischtes.

Graphische Uebersicht der schottischen Roheisen-Darstellung in den Jahren 1788 bis 1875.

Von H. Blecher.

(Vorgelegt in der Sitzung des Bergischen Bezirksvereines vom 1. Februar 1876.)

(Hierzu Blatt 2.)

Auf Blatt 2 findet sich eine graphische Darstellung der Production von schottischem Roheisen in den Jahren 1788 bis 1875, welche deutlich den Einfluss besonderer Ereignisse in dem Steigen und Fallen der Ordinaten erkennen lässt. Für einen kürzeren Zeitraum sind noch die Preise für M. N. Warrants sowie die Zahl der Hohöfen und die Quantität des im Allgemeinen wie besonders nach Deutschland und Holland verschifften Roheisens eingetragen.

Die nordamerikanische und die deutsche Flussstahl-Erzeugung.

Von Hermann Brauns, Hüttendirector zu Georgs-Marien-Hütte.

In No. 41 des „Glückauf", sowie in No. 27 der „Zeitschr. für die deutsch-österreichische Kohlen-, Stahl-, Eisen- und Maschinen-Industrie", veröffentlicht Hr. Dr. Wedding eine vergleichende Zusammenstellung unserer deutschen und der amerikanischen Bessemerwerke, sowie deren Production im Jahre 1875, und knüpft daran eine Untersuchung der Ursachen, welche die Production der amerikanischen Werke, pro Converter berechnet, so bedeutend höher erscheinen lässt, wie die der deutschen.

Die nackten Zahlen, welche allerdings Jeden, der mit den Verhältnissen unserer deutschen Stahlwerke nicht bekannt ist, in hohem Grade überraschen müssen, sowie der gute Rath, den der Herr Verfasser am Schluss seiner Betrachtungen den deutschen Werken giebt, die nöthigen Umänderungen nicht auf bessere Zeiten zu verschieben, sondern dieselben — entsprechend den in England geltenden Grundsätzen — während der schlechten Zeiten vorzunehmen, lässt die deutschen Einrichtungen gegenüber den amerikanischen als unzweckmässig, wie überhaupt die deutsche Fabricationsmethode als nicht auf der Höhe der Zeit stehend, erscheinen; macht also unseren Stahlfabricanten den Vorwurf, dass sie nicht mit ihren Concurrenten im Auslande fortgeschritten sind.

Ohne nun einige Vortheile der amerikanischen Methode, sowie das Belehrende, welches solche Zusammenstellungen überhaupt haben, im Geringsten unterschätzen zu wollen, scheinen doch recht wichtige Momente für die Beurtheilung der Sache von Hrn. Dr. Wedding übersehen zu sein, und dürfte es daher an der Zeit sein, die der Abhandlung zu Grunde gelegten Zahlen, und die daran anschliessenden Betrachtungen einer auf die thatsächlichen Verhältnisse in Deutschland begründeten Kritik zu unterwerfen.

Zuvor berechnet Hr. Dr. Wedding die Anzahl der in Preussen betriebsfähigen Converter auf 64 und die Anzahl der im Jahre 1875 wirklich im Betrieb gewesenen auf 45. Beide Zahlen bedürfen der Berichtigung.

Die Königshütte in Oberschlesien hat allerdings 2 Systeme mit je 2 Convertern; indessen sind die beiden Systeme niemals gleichzeitig in Betrieb gewesen. Die ältere Anlage steht kalt, seit in der neuen der Betrieb eröffnet werden konnte, und musste auch die letztere im Jahre 1875 wiederholt wegen mangelnder Aufträge ausser Betrieb gesetzt werden.

Das Osnabrücker Stahlwerk besitzt ebenfalls 4 Converter; jedoch sind bis jetzt stets nur 2 davon im Betrieb gewesen, und wurde auch der Betrieb dieser beiden wegen mangelnder Aufträge im Jahre 1875 häufig ganz sistirt und nie so forcirt, wie es die Einrichtungen zugelassen hätten.

Die Hermanns-Hütte in Hoerde hat im Jahre 1875 ausschliesslich mit einem System von 3 Convertern gearbeitet, während ein anderes von 2 Convertern kalt lag. Auch hier konnte der Betrieb mit 3 Convertern wegen mangelnder Aufträge nie den Einrichtungen entsprechend forcirt werden.

Die Dortmunder Union hat ihre Anlage in Hattingen schon seit Eröffnung des Betriebes auf ihrem Werke in Dortmund im Herbst 1874 kalt stehen, und arbeitet seitdem mit 2 Convertern in Dortmund.

Die Bochumer Gussstahlfabrik besitzt 2 Systeme mit je 2 und 1 System mit 3 Convertern; jedoch ist das ältere mit 2 Convertern schon seit Jahren ausser Betrieb und dürfte kaum wieder betriebsfähig hergestellt werden. Das neuere System mit 2 Convertern ist ebenfalls im Jahre 1875 nicht im Betrieb gewesen, und wurde also nur mit 3 Convertern, und auch mit diesen wiederholt nicht so stark gearbeitet, wie es die Einrichtungen zugelassen hätten.

Das neue Stahlwerk in Bochum ist seit Anfang 1875 ausser Betrieb, ebenso die Steinhauser-Hütte in Witten.

Friedrich Krupp in Essen ist mit 18 Convertern aufgeführt. Alle Apparate eingeschlossen, welche seit Einführung des Bessemerprocesses in Essen überhaupt gearbeitet haben, darunter 2 Converter von $2\frac{1}{2}^t$ Inhalt, in welchen die ersten Versuche ausgeführt wurden, waren nie mehr wie 15 Converter auf den Krupp'schen Werken betriebsfähig. Davon steht eine Abtheilung von 5 Convertern seit langer Zeit kalt, und die andere ist in den letzten 2 Jahren auf 9 Converter zu 5^t Inhalt umgebaut. Der Betrieb war infolge dieses Umbaues häufig gestört, und dürften nicht mehr wie 6 Converter im Jahre 1875 regelmässig gearbeitet haben.

Die Gutehoffnungs-Hütte in Oberhausen besitzt 2 Systeme zu 2 Converter, von denen das neuere indessen noch nicht im Betrieb gewesen ist, und auch das ältere wegen oft mangelnder Aufträge nie voll beschäftigt war.

Auf den rheinischen Stahlwerken in Meiderich waren im Jahre 1875 von 6 Convertern 4 im Betrieb; Pönsgen & Giesbers in Düsseldorf arbeiteten stark eingeschränkt mit 2 Convertern von ca. 3^t Inhalt und die Gesellschaft Rothe Erde bei Aachen bei häufig wiederholter Sistirung des Betriebes auf längere Dauer mit 2 Convertern.

Die von Hrn. Dr. Wedding angegebenen Zahlen würden sich danach wie folgt ändern:

	besitzt Converter	davon im Jahre 1875 im Betrieb
1) Königshütte	4	2
2) Osnabrücker Stahlwerk	4	2
3) Hermanns-Hütte	5	3
4) Hoesch in Dortmund	2	2
5) Bochumer Gussstahlfabrik	7	3
6) Neues Stahlwerk Bochum	2	0
7) Friedrich Krupp	15	6
8) Gutehoffnungs-Hütte	4	2
9) Phönix, Ruhrort	2	2
10) Rheinische Stahlwerke	6	4
11) Pönsgen & Giesbers	2	2
12) Rothe Erde, Aachen	2	2
13) Steinhauser-Hütte	2	0
14) Dortmunder Union	4	2

Im Ganzen bestehen also in Preussen 14 Bessemerwerke mit zusammen 61 Convertern, von denen 32 im Jahre 1875 betrieben wurden.

In ähnlicher Weise reducirt sich die Anzahl der in Sachsen, Bayern und im Elsass betriebenen Converter.

Die Königin Marien-Hütte bei Zwickau z. B. hat von ihren 4 Convertern stets nur 2, und diese auch wegen wiederholt mangelnder Aufträge nur sehr schwach betreiben können.

Die Production eines Converters in Preussen ist also hiernach bei der Gesammtproduction dieses Landes im Jahre 1875 von 4711832 Ctr. auf 147244 Ctr. zu veranschlagen, also auf etwa $\frac{1}{4}$ der Production der amerikanischen Werke in derselben Zeit.

Obwohl der Vergleich der Leistungen unserer deutschen Stahlwerke mit den amerikanischen somit für die ersteren schon erheblich günstiger ausfällt, als Hr. Dr. Wedding berechnet hat, so ist doch die Differenz eine noch so grosse, dass sie unsere Aufmerksamkeit in hohem Grade erregen müsste, wenn nicht ein sehr wesentlicher Unterschied der Verhältnisse der deutschen und der amerikanischen Werke unberücksichtigt gelassen wäre.

Hr. Dr. Wedding glaubt allerdings zu der Annahme berechtigt zu sein, dass die für Preussen angegebene Zahl von betriebenen Convertern nicht in dem Masse voll beschäftigt war, wie dies von den amerikanischen gilt; schenkt aber gerade diesem sehr wesentlichen Umstande nicht die Beachtung, welche derselbe thatsächlich verdient.

In Amerika reichen die im Betrieb befindlichen Anlagen für den Bedarf an Bessemerfabrikaten noch nicht aus, man ist mit der Ausdehnung der vorhandenen und mit dem Bau neuer Werke beschäftigt, und forcirt den Betrieb der fertigen Anlagen infolge dessen unter allen Umständen, mag ein solcher forcirter Betrieb nun in jeder Beziehung rationell sein oder nicht.

In Deutschland sind leider in den letzten Jahren die Bessemerwerke ohne Ausnahme so schwach beschäftigt gewesen, dass die leitenden Techniker die Aufgabe hatten, nicht möglichst viel zu produciren, sondern im Gegentheil den Betrieb so einzurichten, dass bei nothdürftiger Erhaltung des

*) Vom Verf. als Separatabdruck aus „Glückauf", 1876, Nr. 49, eingesandt.

eingeschulten Arbeiterstammes und mit dem geringsten Kostenaufwand der Betrieb auf ein Minimum reducirt wurde.

Um das zu erreichen, arbeitet man auf dem einen Werke wöchentlich nur 4 bis 5 Tage, und macht während dieser Zeit mit einem Converter 20 bis 26 Chargen. (Auf der Bochumer Gussstahlfabrik sind mit dem jetzt im Betrieb befindlichen System von 3 Convertern wiederholt 40 und 45 Chargen in 24 Stunden gemacht.) Andere Werke arbeiten nur von 6 Uhr Morgens bis 6 Uhr Abends und liegen Nachts still; wieder andere arbeiten auf Tag- und Nachtschicht, machen aber nur 6 bis 7 Chargen pro 12 Stunden, während sie 10 bis 14 mit den vorhandenen Einrichtungen bequem machen könnten. Mehrere von den bei obiger Rechnung angeführten Werken mussten sogar Wochen, ja Monate lang kalt stehen, weil es ihnen an Aufträgen gänzlich fehlte u. s. w. Man dürfte nicht zu weit gehen, wenn man bei den im preussischen Staat vorhandenen Bessemerwerken annimmt, dass dieselben mit den im Jahre 1875 im Betrieb gewesenen 32 Convertern doppelt so viel hätten machen können, als gemacht worden ist.

Es wird diese Annahme auch durch eine andere Rechnung bestätigt.

Es ist bekannt, dass die deutschen Bessemerwerke ohne Ausnahme so eingerichtet sind, dass es ihnen möglich ist, mit einem Converterpaar in 24 Stunden mindestens 20 Chargen zu 100 Ctr. Stahl zu machen. (Auf den meisten Werken dürften dauernd 22 bis 26 Chargen in 24 Stunden bequem gemacht werden können.)

Mit den im Betrieb befindlichen 16 Converterpaaren würden daher bei nicht einmal besonders forcirtem Betrieb in 300 Arbeitstagen mindestens 9600000 Ctr. fabricirt worden sein, also noch etwas mehr als das Doppelte der Production des Jahres 1875.

In einem Converter wären also während des angegebenen Zeitraums 300000 Ctr. Stahl producirt, während von Hrn. Dr. Wedding die Production eines Converters in Amerika auf 448853 Ctr. berechnet wird.

Die sonach noch restirende Differenz von 148853 Ctr. pro Converter in der Leistungsfähigkeit der deutschen und amerikanischen Werke muss allerdings in erster Reihe den Einrichtungen, speciell dem Gebrauch des Holley'schen Losbodens zugeschrieben werden, und ist es allerdings denkbar, dass die amerikanischen Stahlwerke ohne Ausnahme in dieser Arbeitsmethode einen Vortheil finden.

Auf den deutschen Werken dürfte das durchaus nicht allgemein der Fall sein. Nach den Angaben des Hrn. Dr. Wedding halten die Böden auf den amerikanischen Werken 5 bis 6, höchstens 10 Chargen aus, und ist diese geringe Haltbarkeit wol kaum der schlechten Qualität des für die Böden verwandten feuerfesten Materials, sondern vorwiegend dem dort üblichen forcirten Arbeiten zuzuschreiben. Die Böden in den deutschen Bessemerwerken halten 30 bis 40 und mehr Chargen aus (man ist auf einzelnen Werken bis zu 60 Chargen gekommen), und hängt es von dem Preise der für Böden tauglichen feuerfesten Materialien ab, ob es in Rücksicht auf die bessere Haltbarkeit derselben vortheilhafter ist, etwas schwächer zu arbeiten oder nicht.

Das Gewicht der Stahlchargen in Amerika wie Deutschland zu 100 Ctr. angenommen, sind in Amerika zu 3000 Chargen erforderlich 600, in Deutschland dagegen nur 100 Böden, also 500 weniger. Ein fertiger Boden kostet nun in Deutschland zwischen 30 und 60 *M*. Bei einem Durchschnittspreise von nur 40 *M* entspricht das einer Ersparung von 20000 *M* pro Jahr und Converter, und ist es wohl einleuchtend, dass man nicht unter allen Umständen gut thut, auf diese Ersparung zu Gunsten einer etwas höheren Production zu verzichten.

Der Grundsatz endlich, den Hr. Dr. Wedding auf den amerikanischen Werken beobachtet hat, und auf den er ganz besonders hinweist, dass man bemüht ist, die Productionsfähigkeit der Walzwerke mit der Leistung der Bessemerwerke in Einklang zu bringen, so dass ein Stillstand der ersteren möglichst vermieden wird, scheint auf den deutschen Werken bis jetzt weit mehr berücksichtigt zu sein wie in Amerika. Die älteren deutschen Werke haben längst die Erfahrung gemacht, dass bei den besten Einrichtungen ein vorübergehender Stillstand einer Bessemeranlage, verursacht durch nöthige Reparaturen an den maschinellen Vorrichtungen u. dgl. m., unvermeidlich ist. Sie haben sich daher mit den erforderlichen Reserven ausgestattet, um in solchen Fällen nicht zum Stilllegen ihrer Walzwerke gezwungen zu sein.

Ganz zweifellos werden die amerikanischen Werke auf Grund der jedenfalls auch dort schon gemachten Erfahrungen mit der Anlage von Reserve-Apparaten vorgehen, sobald das ihre Verhältnisse gestatten. Erst dann haben sie eine ausreichende Sicherheit für den Betrieb ihrer Werke, auf welche man in Deutschland längst bedacht gewesen ist.

Bericht über die Kessel-Explosion im Rheinischen Walzwerk zu Mülheim a/Rh. am 26. Mai 1876.

Von L. Vogt.

(Vorgetragen in der Sitzung des Bergischen Bezirksvereines vom 4. Juli 1876.)

Der explodirte Kessel war im Jahre 1872 in der Kesselschmiede von Heinr. Staehler zu Hardt a. d. Sieg gebaut und zu 5 Atm. concessionirt worden. Es war ein aufrechtstehender Cylinderkessel von $1^{m},45$ Durchm. und etwa 12^{m} Höhe, der von den abziehenden Gasen der Puddelöfen geheizt wurde. Die Einmauerung war so getroffen, dass die Gase rund um den Kessel bis zur oberen Kopfplatte strömten und dann durch den in der Mitte aufgesetzten Schornstein entwichen, also nicht allein den Wasserraum, sondern auch den Dampfraum des Kessels berührten. An dem Kessel befanden sich drei Dome von etwa $0^{m},65$ Durchm. und zwar zwei in der Höhe von $9^{m},5$, von denen der eine die Wasserstandsapparate aufnahm, der andere, ovale, zur Anbringung des Sicherheits- und Absperrventiles diente, während der dritte, direct über der unteren Kopfplatte angenietet, das Speiseventil und den Ausblasehahn trug. Die Blechstärke betrug im cylindrischen Mantel 10 bis 11^{mm}, in den Kopfplatten 12^{mm}, in den Domen 8 bis 9^{mm}. Die Nietungen waren regelrecht ausgeführt.

Von diesen Kesseln waren 16 Stück in dem Etablissement vorhanden und zu je zwei zusammengestellt.

Die Explosion erfolgte Abends kurz nach 10 Uhr, als eben der Besitzer beschäftigt war, eine Revision des Etablissements und speciell dieses Kessels vorzunehmen, der an diesem Tage zum ersten Male nach einer achtmonatlichen Ausserbetriebsetzung wieder geheizt wurde.

Der Kessel wurde in zehn grosse Theile in Gewichten von 3 bis 8 Ctr. und in mehrere kleine zerlegt, sein Nachbarkessel, der glücklicherweise nicht im Betriebe war, vollständig aus seinem Fundament gehoben mit seinem oberen Kopf gegen den nebenstehenden geworfen und fast der ganzen Länge nach platt gedrückt. Von den Theilen des explodirten Kessels lag die untere Kopfplatte, welche zur Hälfte in der Nietnaht, zur Hälfte im Blech des darauf folgenden Ringes abgerissen war, nicht mehr an derselben Stelle hinter dem Schweissofen, sondern vorn an der linken Seite desselben. Der Speisedom war in der Bördelung rund abgerissen, vom Unterzeichneten jedoch nicht vorgefunden worden. Die obere Kopfplatte mit dem darunter folgenden Ring lag in dem Graben zwischen Etablissement und dem Bahnkörper. Abgerissen war dieses Stück durchweg in der Nietnaht. Der nun folgende Ring von oben, welcher die beiden Dome trug, war vollständig aufgerissen in den hinter der Bahn gelegenen Garten geschleudert worden und zwar ging der Riss durch die Oeffnung des ovalen Domes, welcher entgegengesetzt der Platte, in das Etablissement geworfen worden. Der gegenüberliegende Wasserstandsdom fand sich unversehrt an der Platte vor. Der mittlere Theil des Kessels war nun in verschiedene Stücke zerlegt, die zum Theil im Etablissement lagen, zum Theil ausserhalb desselben.

Wassermangel liess sich an den einzelnen Blechen nicht nachweisen, wohl fanden sich aber sehr viele ungeschweisste Stellen vor, namentlich in der Bördelung des untersten Domes, dessen Blechstärke von 8 bis 9^{mm} in Anbetracht des ausser dem Dampfdruck noch darauf lastenden Wasserdruckes entschieden als zu gering bezeichnet werden muss.

Ob das Sicherheitsventil functionirt hat, konnte Berichterstatter nachträglich nicht feststellen; er fand es geöffnet,

aber absolut unbeweglich vor; ob infolge der Explosion oder auf rein natürlichem Wege, muss dahingestellt bleiben; beide Fälle sind gleich wahrscheinlich, da die Sicherheitsapparate vollständig frei liegen, also den verschiedenen Witterungsverhältnissen ausgesetzt sind, was sicherlich für ein empfindliches Functioniren der Apparate sehr nachtheilig ist.

Was die Ursache der Explosion anbetrifft, so dürfte dieselbe nicht so klar vor Augen liegen. Berichterstatter ist der Ansicht, dass entweder der untere (Speise-) Dom als zu schwach in der Bördelung zumal bei dem schlechten Material, oder der obere ovale Dom in Anbetracht seines nicht zu empfehlenden Querschnittes bei gleich geringer Blechstärke die Veranlassung zu dieser Katastrophe gewesen. Der letzte Fall dürfte der wahrscheinlichere sein; denn keine Platte ist so deformirt als gerade der Ring, welcher diesen Dom trug; zudem sind Platte und Dom nach ganz entgegengesetzten Richtungen geflogen. Wie dem auch sei, jedenfalls sind bei Dampfkesseln ovale Querschnitte zu vermeiden, die Blechstärken in den Bördelungen von Domen, Verbindungsrohren u. s. w. stets mindestens ebenso stark zu wählen wie die des Hauptkesselmantels.

Technische Literatur.

Feuerungen und Dampfkessel.

Anlage und Betrieb der Dampfkessel. Lehrbuch für angehende, und Handbuch für ausübende Ingenieure, Rathgeber für Industrielle und Anweisung für Kesselwärter von H. v. Reiche, Ingenieur u. s. w., vormals erster Ingenieur des Sächsisch-Anhaltischen Vereins zur Prüfung und Ueberwachung von Dampfkesseln. Zweite umgearbeitete und stark vermehrte Auflage. Mit 122 in den Text gedruckten Holzschnitten und einem Atlas von 18 lithographirten Tafeln. 317 S. (Preis 18 *M*). Leipzig, 1876. Arthur Felix. —

Die vorliegende zweite Auflage des schon früher von uns besprochenen Werkes ist mit Recht eine stark vermehrte genannt worden. Nicht nur ist eine Reihe von neuen Abschnitten der ersten Auflage hinzugefügt, sondern der Verfasser hat auch die wichtigsten Theile seines Buches: „Die Dampfkessel der Wiener Weltausstellung 1873,“ der neuen Ausgabe eingefügt.

Neu ist das Capitel, welches das Blasrohr behandelt, und während in der ersten Ausgabe der Gasfeuerung in ihrer Anwendung auf Dampfkesselbetrieb nur kurz Erwähnung gethan wurde, ist jetzt dieses Feuerungssystem durch Beschreibung und Zeichnung ausgeführter Anlagen eingehend erörtert. Bedeutend erweitert ist der Theil des Werkes, welcher die verschiedenen Kesselsysteme erläutert, und verweisen wir besonders auf das System der combinirten Walzenkessel mit Heizkammern, welches der Verfasser als sein eigenstes vertritt. Den an dieser Stelle dargelegten Ansichten können wir in jeder Hinsicht nur beitreten und machen speciell auf dieselben aufmerksam. Die neuesten Anordnungen des Belleville-Kessels werden durch Zeichnung und Beschreibung eingehend und kritisch beleuchtet, desgleichen der Root- und Alban-Kessel. In besonderen Abschnitten werden als neue Capitel die Locomotiv-, Locomobil- und Schiffskessel behandelt.

Bei Besprechung des jetzigen Standpunktes der Theorie über Leistungsfähigkeit der Kessel tritt der Verfasser den herrschenden Ansichten entgegen, und zieht es vor auf empirische Regeln zurückzugreifen, welche er aus in der Praxis gefundenen Versuchsresultaten ableitet.

In der Anordnung des Werkes ist insofern gegen die erste Auflage eine Aenderung eingetreten, als die wichtigsten Constructionszeichnungen sich in einem besonderen Atlas zusammengestellt finden.

Der Verfasser hat seinen früheren Standpunkt, nur mit eigenen Augen zu sehen, und das Urtheil sonst anerkannter Autoritäten erst nach gehöriger Prüfung zu acceptiren, auch hier festgehalten, ein Standpunkt, den wir nur anerkennen können. Der Eindruck, welchen die zweite Auflage auf uns gemacht hat, ist ein höchst angenehmer, da uns sofort die Ueberzeugung entgegentritt, dass der Verfasser seine Ansichten auf praktischem Boden erworben hat, Ansichten, welche er allerdings in höchst bestimmter Form, aber doch frei von jeder Ueberhebung und Pedanterie ausspricht und wissenschaftlich begründet.

Wir haben das Buch mit Vergnügen durchgelesen und betrachten es als einen werthvollen Zuwachs einer jeden technischen Bibliothek. A. P.

Bauwesen.

Die Holz-Architektur der Schweiz von E. G. Gladbach, Professor am eidgenössischen Polytechnicum in Zürich. Mit 38 in den Text gedruckten Original-Zeichnungen. 58 S. Zürich, 1876. Orell Füssli & Co. —

Der Verfasser des vorliegenden kleinen Werkchens behandelt in gleich belehrender wie anziehender Darstellung, die sowol in malerischer und constructiver, als auch in künstlerischer und historischer Beziehung im höchsten Grade interessante Holzarchitektur der Schweiz. Die Form der Behandlung des Materiales ist nicht speciell den Bedürfnissen des Fachmannes angepasst; sie ist vielmehr eine allgemein verständliche Darstellung, und wohl geeignet, das Interesse in weiteren Kreisen zu erregen und zu fesseln. Die Ausstattung ist eine durchaus vortheilhafte, die zahlreichen Holzschnitte, zumeist in perspectivischer Darstellung sind von vorzüglicher Ausführung und bieten ein klares Bild von der Vielseitigkeit der Bearbeitung des Materials für alle einzelnen Details der Gesammt-Architektur der schweizerischen Holzbauten.

Dm.

Eiserner Brückenbelag. Von Karl Pestalozzi, Prof. am eidgenössischen Polytechnicum. Zweite Bearbeitung mit 3 Tafeln. 48 S. Zürich, 1876. Meyer & Zeller. —

Nachdem Bd. XIV, S. 140 d. Z. ausführlicher auf den Inhalt der damals im Programme des Züricher Polytechnicums erschienenen ersten Bearbeitung eingegangen wurde, wird es genügen, kurz den Inhalt der vorliegenden Auflage anzugeben.

Es werden zunächst die üblichen, zum Theil auch nur versuchten Methoden der Herstellung der Fahrbahn für Strassenbrücken untersucht, ihre Vor- und Nachtheile in Bezug auf Anlagekosten, Haltbarkeit und Reparaturfähigkeit gegenübergestellt. Als nicht nur für eiserne, sondern auch unter Umständen für hölzerne Brücken sehr geeignet wird dann die Anwendung von Zorès-Eisen und Buckelplatten mit Schotterüberdeckung aufgestellt und in Bezug auf Tragfähigkeit, Anlage- und Unterhaltungskosten näher betrachtet. Die daraus gezogenen interessanten Folgerungen bilden den Schluss der Abhandlung. R. Z.

Landwirthschaftliche Maschinen.

Jahresbericht über die Fortschritte im landwirthschaftlichen Maschinenwesen. Zweiter Jahrgang. Im Auftrage des Vorstandes der Prüfungsstation für landwirthschaftliche Maschinen und Geräthe zu Halle a/S., verfasst von Dr. Albert Wüst, Professor an der Universität zu Halle u. s. w. Mit 100 Abbildungen und einem Anhang: Bezugsquellen. Verzeichniss landwirthschaftlicher Maschinen und Geräthe. 226 S. (Preis 4 *M*). Berlin, 1876. Wiegandt, Hempel und Parey. —

Wie der erste umfasst auch dieser zweite Jahresbericht nicht allein die in Halle geprüften Maschinen, sondern referirt auch über die Resultate sonstiger Prüfungen und die bemerkenswerthen neuen Erscheinungen im landwirthschaftlichen Maschinenwesen überhaupt. Die Beschreibungen sind durch Holzschnitte erläutert. Ferner findet man eine Uebersicht über die einschlagende Literatur des verflossenen Jahres und ein Firmenverzeichniss, als Bezugsquellen für landwirthschaftliche Maschinen. In letzterem Verzeichniss vermissen wir noch mehrere anerkannt gute Firmen, was indessen, da die Einrückung als Inserat bezahlt wird, wahrscheinlich den Betreffenden selbst zuzuschreiben ist. — Im übrigen erscheint eine besondere Empfehlung des Jahresberichtes als überflüssig, da der Name des Verfassers im Gebiete des landwirthschaftlichen Maschinenwesens durch vielfach hervorragende Leistungen hinlänglich bekannt ist. G.

A. W. Schade's Buchdruckerei (L. Schade) in Berlin, Stallschreiberstr. 47.

ZEITSCHRIFT
DES
VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE.

1877. **Band XXI. Heft 3.** **Märzheft.**

Abhandlungen.

Der Cosinus-Regulator.

(Patent von **H. Gruson.**)

(Hierzu Tafel VI.)

Wie mathematisch bewiesen werden kann, lässt sich ein Rotationspendel erzeugen, an welchem das Moment der Centrifugalkraft für eine bestimmte Winkelgeschwindigkeit dem Cosinus des Ausschlagwinkels proportional ist.

Der neue Regulator besteht nun in einer passenden Verbindung eines solchen Cosinuspendels mit einer Kreuzschleife. Um das Wesen des ganzen Apparates, namentlich aber des verwendeten Cosinuspendels genau zu definiren und zu präcisiren, erscheint es angemessen, der eigentlichen Beschreibung eine Theorie des Apparates vorausgehen zu lassen.

In Fig. 3 Taf. VI sei A ein um C drehbares Rotationspendel, welches um die verticale Axe YY mit der Winkelgeschwindigkeit ω rotirt.

Wenn $q_1\ q_2\ q_3 \ldots$ die Massentheilchen,
$x_1\ x_2\ x_3 \ldots$ und $y_1\ y_2\ y_3 \ldots$ deren rechtwinklige Coordinaten,
$l_1\ l_2\ l_3 \ldots$ deren Abstände von C,
$\varphi_1\ \varphi_2\ \varphi_3 \ldots$ deren Ausschlagewinkel sind
und M_c das Moment der Centrifugalkraft bezeichnet, so folgt aus der Figur unmittelbar:

$$M_c = \frac{\omega^2}{g}\left\{q_1(r+x_1)y_1 + q_2(r+x_2)y_2 + \ldots\right\}$$
$$= \frac{\omega^2}{g}\left\{r\Sigma(qy) + \Sigma(qxy)\right\}$$
$$= \frac{\omega^2}{g}\left\{r\Sigma(ql\cos\varphi) + \Sigma(ql^2\sin\varphi\cos\varphi)\right\}$$
$$M_c = \frac{\omega^2}{g}\left\{r\Sigma(ql\cos\varphi) + \Sigma\left(\frac{ql^2}{2}\sin 2\varphi\right)\right\} \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Giebt es nun ein Rotationspendel, in welchem der Ausdruck $\Sigma\left(\frac{ql^2}{2}\sin 2\varphi\right)$ für jeden Ausschlagwinkel gleich Null ist, so muss auch

$$\Sigma\left(\frac{ql^2}{2}\sin 2(\varphi+\Theta)\right) = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (a)$$

sein, worin Θ einen beliebigen Winkel bezeichnet, um den das ganze Pendel gegen seine ursprüngliche Lage A gedreht wurde. Aus Gleichung (a) folgt:

$$\Sigma\left(\frac{ql^2}{2}\sin 2\varphi\right)\cos 2\Theta + \Sigma\left(\frac{ql^2}{2}\cos 2\varphi\right)\sin 2\Theta = 0 \quad (b)$$

und da nach der Voraussetzung

$$\Sigma\left(\frac{ql^2}{2}\sin 2\varphi\right) = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (c)$$

so muss ferner, damit die Gleichung (b) für jeden Winkel Θ erfüllt werde, auch

$$\Sigma\left(\frac{ql^2}{2}\cos 2\varphi\right) = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (d)$$

sein. Aus (c) folgt:

$$\Sigma(ql^2\sin\varphi\cos\varphi) = 0 \quad \text{oder}$$
$$\Sigma(qxy) = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Aus (d) folgt:

$$\Sigma\left\{ql^2(\cos^2\varphi - \sin^2\varphi)\right\} = 0$$

oder

$$\Sigma(ql^2\cos^2\varphi) - \Sigma(ql^2\sin^2\varphi) = 0,$$

woraus

$$\Sigma(qy^2) - \Sigma(qx^2) = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Sind also für irgend ein Rotationspendel und für irgend eine ursprüngliche Pendellage, nämlich für $\Theta = 0$, die zwei Bedingungen (2) und (3) erfüllt, so ist für jedes beliebige Θ

$$\Sigma\left(\frac{ql^2}{2}\sin 2\varphi\right) = 0,$$

oder aus Gleichung (1):

$$M_c = \frac{\omega^2}{g}r\Sigma(ql\cos\varphi) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$
$$M_c = \frac{\omega^2}{g}r\Sigma(qy).$$

Ist A, Fig. 4, ein Rotationspendel von beliebiger Gestalt, für welches die in den Gleichungen (2) und (3) ausgedrückten Bedingungen nicht erfüllt sind, und ist z. B. für A

$$\Sigma(qxy) = C, \quad \text{und}$$
$$\Sigma(qx^2) - \Sigma(qy^2) = D,$$

so lässt sich mit dem Pendel A jederzeit irgend ein Körper B vereinigen, für welchen

$$\Sigma(qxy) = -C \quad \text{und}$$
$$\Sigma(qx^2) - \Sigma(qy^2) = -D \quad \text{ist.}$$

Die beiden Körper A und B zusammen erfüllen dann nothwendiger Weise die unter (2) und (3) ausgedrückten Bedingungen, und es gilt folglich nach Gleichung (4) für ein aus A und B zusammengesetztes Rotationspendel der Satz:

$$M_c = \frac{\omega^2}{g} r \Sigma(qy), \quad \text{oder}$$

$$M_c = \frac{\omega^2}{g} Q r h,$$

wenn Q das Pendelgewicht und h den verticalen Abstand des Schwerpunktes S vom Aufhängepunkt bezeichnet. Verstehen wir nun unter dem Ausschlagwinkel ψ denjenigen Winkel, welchen die Verbindungslinie zwischen Schwerpunkt und Aufhängepunkt mit der Verticalen bildet und bezeichnen den in dieser Linie gelegenen Abstand zwischen Schwerpunkt und Aufhängepunkt mit s, so dass

$$h = s \cos \psi,$$

so ist

$$M_c = \frac{\omega^2}{g} Q r s \cos \psi \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

In dieser Gleichung sind für ein gegebenes Pendel Q, r, s und g constante Grössen.

Für eine constante Winkelgeschwindigkeit ω ist daher das Moment der Centrifugalkraft dem Cosinus des Ausschlagwinkels proportional. Aus diesem Grunde soll für die Folge jedes Rotationspendel, das die unter (2) und (3) ausgedrückten Bedingungen erfüllt, ein Cosinuspendel genannt werden.

In Fig. 5 sei A ein um C drehbares Cosinuspendel mit der Rotationsaxe YY.

Dasselbe sei durch den Zapfen a und Gleitbacken b mit der belasteten Kreuzschleife K verbunden. Das Gewicht des Pendels sei wieder Q, das der Kreuzschleife G, der Winkel $acS = \beta$, dann muss, damit Gleichgewicht bestehe, sein:

$$\frac{Q\omega^2}{g} rs \cos \psi - Gd \sin(\psi + \beta) - Qs \sin \psi = 0$$

$$\frac{Q\omega^2}{g} rs \cos \psi - Gd \sin \psi \cos \beta - Gd \sin \beta \cos \psi - Qs \sin \psi = 0 \quad [(5a)$$

Wird β so gewählt, dass

$$Gd \cos \beta + Qs = 0,$$

oder dass

$$\cos \beta = -\frac{Qs}{Gd} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6a)$$

so folgt aus (5a):

$$\frac{Q\omega^2}{g} rs \cos \psi = Gd \sin \beta \cos \psi,$$

woraus:

$$\omega^2 = \frac{Gdg \sin \beta}{Qrs} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7a)$$

Da in Gleichung (7a) der Ausdruck rechts eine Constante ist und den Winkel ψ nicht erhält, so ist ω für jeden beliebigen Ausschlagwinkel constant, d. h. der Regulator ist für

$$\cos \beta = -\frac{Qs}{Gd}$$

vollkommen astatisch.

In der Anordnung Fig. 5 wurde der Träger B festgehalten, während sich die Kreuzschleife K in verticaler Richtung bewegen konnte. Wird dagegen, wie dies in Fig. 6 der Fall ist, die Kreuzschleife in verticaler Richtung festgehalten, während sich der nunmehr belastete Träger B auf und ab bewegen kann, so entsteht die Anordnung des Apparates, welche für die Praxis zur Ausführung kommen soll. Es gilt dann, wenn nun G das Gewicht des Trägers B bezeichnet, als Gleichgewichtsbedingung:

$$\frac{Q\omega^2}{g} rs \cos \psi - (G+Q) d \sin(\beta - \psi) - Qs \sin \psi = 0$$

$$\frac{Q\omega^2}{g} rs \cos \psi - (G+Q) d \sin \beta \cos \psi +$$
$$+ (G+Q) d \sin \psi \cos \beta - Qs \sin \psi = 0 \quad (5b)$$

worin wieder für

$$(G+Q) d \cos \beta - Qs = 0$$

oder

$$\cos \beta = \frac{Qs}{(G+Q)d} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6b)$$

$$\omega^2 = \frac{(G+Q) dg \sin \beta}{Qrs} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7b)$$

wird, d. h. der Apparat ist auch hier wieder für einen bestimmten Winkel β, nämlich für

$$\cos \beta = \frac{Gs}{(G+Q)d}$$

vollkommen astatisch.

In den beiden Formeln (7a) und (7b) kommt der Winkel ψ nicht vor, also sind beide Apparate für jeden beliebigen Winkel ψ innerhalb einer ganzen Umdrehung überall vollkommen astatisch.

Da die vollkommene Astasie in jedem der beiden Apparate Fig. 5 und 6 nur für einen ganz bestimmten Winkel β besteht, während eine Veränderung des Winkels β je für eine halbe Umdrehung Stabilität, für die zweite Hälfte der Umdrehung Labilität herbeiführt, so kann der Beweglichkeitsgrad in beiden Anordnungen durch Veränderung des Winkels β beliebig verstellt werden.

Aus Gleichung (5b) folgt:

$$\frac{Q\omega^2}{g} rs = (G+Q) d \sin \beta - (G+Q) d \cos \beta \operatorname{tg} \psi + Qs \operatorname{tg} \psi$$

oder für $\sqrt{\frac{g}{Qrs}} = C$

$$\omega = C \sqrt{(G+R) d \sin \beta - (G+Q) d \cos \beta \operatorname{tg} \psi + Qs \operatorname{tg} \psi}.$$

Bei dem unten zu beschreibenden Regulator ist beispielsweise

$$G = 3Q \quad \text{und}$$
$$d = \frac{3s}{2}$$

woraus

$$\omega = C \sqrt{Qs(6 \sin \beta - 6 \cos \beta \operatorname{tg} \psi + \operatorname{tg} \psi)}$$
$$\omega = C' \sqrt{6 \sin \beta - 6 \cos \beta \operatorname{tg} \psi + \operatorname{tg} \psi}$$

und nach Gleichung (6b) ist für vollkommene Astasie:

$$\cos \beta = \frac{Qs}{4Q\frac{3}{2}s} = \frac{1}{6}$$
$$\beta = 80^0\ 24'\ 21''.$$

Für irgend ein grösseres β ist der Apparat stabil. Setzen wir z. B. $\beta = 90^0$, so folgt:

$$\omega = C \sqrt{6 + \operatorname{tg} \psi}$$

und für

$$\text{Constante } C' = \frac{100}{2{,}4495}$$

folgt die nachstehende Tabelle:

ψ	Winkelgeschwindigkeit ω	ψ	Winkelgeschwindigkeit ω
0°	ω = 100,00	0°	ω = 100,00
—10°	ω = 98,52	+10°	ω = 101,46
—20°	ω = 96,92	+20°	ω = 102,99
—30°	ω = 95,07	+30°	ω = 104,70
—40°	ω = 92,74	+40°	ω = 106,76
—50°	ω = 89,52	+50°	ω = 109,48
—60°	ω = 84,34	+60°	ω = 113,52
—70°	ω = 73,63	+70°	ω = 120,74
—80°	ω = 23,41	+80°	ω = 139,47
—80° 32′ 16″	ω = 0,00	+90°	ω = ∞

Verstehen wir unter der Energie der Einfachheit halber diejenige Kraft, die an dem Muff bei einer Geschwindigkeitsveränderung von 1 pCt. auftritt, so muss diese Energie dem Moment der Centrifugalkraft oder dem Cosinus des Ausschlagwinkels proportional sein.*) Wird also dem Pendel ein Gesammtausschlagwinkel von —20° bis +20° gegeben, so stellen die Zahlen

$$\cos(-20^0) = 0{,}93969$$
$$\cos 0 = 1$$
$$\cos(+20^0) = 0{,}93969$$

die Verhältnisszahlen für die Energie bei den drei Hauptstellungen des Pendels dar. Es ist also die Energie in den beiden Endstellungen um etwa 6 pCt. kleiner als der Maximalwerth, welcher der mittleren Stellung entspricht.

Aus der vorstehenden Tabelle ist unmittelbar ersichtlich, dass selbst für ein β, bei welchem der Apparat sehr statisch wird, und selbst für Ausschlagwinkel von —30° bis +30° der Werth $\frac{d\omega}{d\psi}$ annähernd constant ist, oder dass proportionalen Geschwindigkeitsveränderungen proportionale Ausschlagwinkel entsprechen. —

Gehen wir nun zur Beschreibung des Apparates über.

Der Regulator besteht, wie aus Fig. 1 und 2 ersichtlich ist, aus der Welle a, aus zwei gleichen Cosinuspendeln b und b und aus dem Muff c, d. An die Welle a ist eine ebene Platte e angeschmiedet, welche den Mitnehmer f trägt. Der Muff besteht aus zwei durch die Schrauben g, g (Fig. 2) vereinigten Theilen c und d, welche beide auf der Welle geführt sind. Der Mitnehmer f in der Bohrung h zwingt den Muff, gleichzeitig mit der Welle zu rotiren. Der Hub des Muffes wird unten durch den Stellring i und oben durch die Platte e begrenzt.

*) Der Nutzwerth eines Regulators drückt sich auch aus durch das Arbeitsvermögen desselben, welches gleich ist der Hebearbeit der Schwung- und Belastungsgewichte multiplicirt mit dem Widerstandsgrad (Bd. XVIII, S. 135 d. Z.). D. Red. (R. W.)

Ein Pendel b besteht aus einem Winkelhebel mit langer Nabe k, aus der Kugel l, dem Gewichte m und dem Auge n. Der Zapfen o, welcher durch das Auge n dringt, trägt die Frictionsrolle p.

Wie aus dem Grundriss Fig. 2 ersichtlich, liegt jede der Pendelnaben k zwischen zwei Augen q, q des unteren Mufftheiles c, und besteht jede Pendelachse in einem Stahlstifte r, der in den zwei Augen q, q befestigt ist und durch die Pendelnabe k dringt, während jede der beiden Rollen p auf der horizontalen Platte e aufliegt. —

Werden nun die beiden Pendel b, b in dem Sinne der eingezeichneten Pfeile um ihre Axen r gedreht, während die Schwere des Muffes und der Pendel die Rollen p gegen die Platte e andrückt, so rücken die Pendelaxen r, r gleichzeitig mit dem Muff vertical in die Höhe, während die Zapfen der Rollen horizontale Bahnen beschreiben. Durch Versetzen des Zapfens o auf dem länglichen Auge des Pendels verändert sich die Stellung der Rolle p und damit auch der in der Theorie mit β bezeichnete Winkel. Der Apparat lässt sich dadurch von vollkommener Astasie bis zu einem Grade von Stabilität verstellen, der einer Geschwindigkeitsdifferenz von etwa 5 pCt. entspricht. Für den Fall, dass der Apparat bald mit grösserer, bald mit kleinerer Stabilität arbeiten soll, wird der Zapfen o mit einem excentrischen Stift versehen, auf dem die Rolle p sitzt. Durch Verdrehen des Zapfens erfolgt sodann eine Veränderung der Rollenstellung.

Während der Watt'sche und Porter'sche Regulator für kleine Ausschlagwinkel eine sehr kleine Energie besitzen und für grosse Ausschlagwinkel sehr unbeweglich sind und selbst innerhalb des verwendeten Ausschlagwinkels sowol eine sehr veränderliche Beweglichkeit als sehr veränderliche Energie darbieten, ist beim gekreuzten und Pröll'schen Regulator die Beweglichkeit allerdings grösser, dagegen aber innerhalb des praktischen Ausschlagwinkels noch veränderlicher als bei den erstgenannten Apparaten. Der Buss'sche Regulator besitzt innerhalb eines Winkels von etwa 20° eine sehr grosse Beweglichkeit, und es ist auch seine Energie nur wenig veränderlich; dagegen erfordert die ganze Anordnung des Apparates eine beträchtliche Verschwendung von Material, da der Pendelträger und die oberen Pendelgewichte zur Erzeugung der Energie nichts beitragen. Ferner erzeugt er bei dem benutzten Ausschlagwinkel von 20° nur einen sehr kleinen Hub des Muffes und erfordert sehr complicirte und unbequeme Formen seiner einzelnen Theile.

Der Cosinus-Regulator dagegen gestattet

1) auch praktisch bequem einen benutzten Ausschlagwinkel von 40 sogar 60° und dem entsprechend auch einen sehr grossen Hub des Muffes.

2) Ist derselbe innerhalb des ganzen Ausschlagwinkels nahezu gleich beweglich und auch nahezu gleich energisch, da sich das ganze Gewicht in der mittleren Muffstellung an einem horizontalen Hebelarm befindet;

er übertrifft in dieser Beziehung also selbst den Buss-schen Regulator bei Weitem.

3) Der Beweglichkeitsgrad kann von vollkommener Astasie ab bis zu beliebiger Stabilität nach Bedürfniss verstellt werden.

4) Mit Ausnahme der Welle *a* und der Frictionsrollen *p* wirkt das ganze Material des Regulators einschliesslich der Pendelarme, Pendelnabe u. s. w. zur Erzeugung der Energie mit, so dass der Apparat bei gleichem Gewicht eine annähernd doppelt so grosse Energie darbietet als z. B. der Buss'sche.

5) Der Apparat ist bei Weitem einfacher und leichter ausführbar als der Buss'sche, er lässt sich aber auch beträchtlich einfacher, bequemer und billiger herstellen als der Porter'sche und Watt'sche.

Ueber Düsenvorrichtungen bei Hohöfen.

Von **H. Dornbusch.**

(Hierzu Figur 7 bis 9, Tafel VIII.)

Bei den alten Holzkohlen-Hohöfen, welche mit kaltem Winde betrieben wurden, verursachte die Construction der Düsenvorrichtungen wenig Schwierigkeiten, und genügte hierbei die primitivste Form: ein Lederschlauch, welcher zwischen der Windleitung und der Blechdüse eingeschaltet wurde. In späterer Zeit jedoch, als erhitzter Gebläsewind zur Anwendung kam, genügte diese Einrichtung selbstverständlich nicht mehr, und als auch der Hüttenmann mehr Werth auf die Kosten des Windes, bezw. auf nothwendige Ersparniss beim Gebrauche desselben legte und daher mit geschlossenen Formen arbeitete, um Windverluste zu vermeiden, trat die Nothwendigkeit besserer Anordnungen in den Vordergrund.

Die mannigfachsten Constructionen sind zur Anwendung gebracht worden; was sich anfänglich als gut bewährte, genügte bald nicht mehr, nachdem man mit immer höher erhitztem Gebläsewinde zu arbeiten begonnen. Die hohen Windtemparaturen verursachen die hauptsächlichsten Schwierigkeiten zur Erlangung einer möglichst vollkommenen Düsenvorrichtung, da dieselbe leichtbeweglich sein und doch auch die Windverluste auf ein Minimum beschränken soll. Wie jedem Hohofentechniker bekannt ist, leiden eingestandenermassen in dieser doppelten Hinsicht die bis jetzt angewendeten Vorrichtungen nach der einen oder anderen Seite hin, an grosser Mangelhaftigkeit.

Bei den Einrichtungen mit verschiebbaren Düsenrohren werden dieselben durch Werfen und Verziehen entweder bald so fest im Windstocke, dass sie selbst durch Zahnstange und Getriebe nicht mehr zu bewegen sind, oder man muss soviel Spielraum geben, dass grosse Windverluste unvermeidlich sind. Leider findet man daher bei dieser Einrichtung auf manchem neuen, sonst gut eingerichteten Werke so beträchtliche Windverluste, dass man, in unmittelbarer Nähe der Windzuführungen, sich anderen Personen kaum verständlich machen kann. Welcher Geldverlust hier mit dem nutzlos entweichenden Winde zugleich verbunden ist, leuchtet am besten ein, wenn man berechnet, dass bei einem Hohofen mit sieben Formen und noch lange nicht sehr ungünstig zu nennenden Verhältnissen oftmals ein Windquantum verloren geht gleich demjenigen, welches durch eine 50^{mm} weite Düse ausströmt. Diese Windmenge stellt sich bei 13^{cm} Quecksilbersäule und 300° C. auf $10^{cbm},8$ bezogen auf 0° und einen Atmosphärendruck, oder reducirt auf Temperatur und Spannung des Saugeraumes auf $11^{cbm},9$ pro Minute. Werden die Kosten von 100^{cbm} auf 300° C. erwärmten Gebläsewindes auch nur zu dem geringen Satze von 4 Pf. berechnet, so giebt dies immerhin einen jährlichen Geldverlust von gegen 2467 *M.* —

Eine Dichtung durch Stopfbuchsen mit feuerfester Liderung, wie solche hin und wieder angewendet wird, scheint sich, wenigstens bei der mehr und mehr Eingang erlangenden Temperatur des Gebläsewindes von 600°, bei welcher Temperatur die Düsen stets rothglühend erscheinen, auch nicht zu bewähren. Bei den Hohöfen, bei welchen Whitwell- oder Cowper-Siemens-Apparate zur Winderhitzung benutzt werden, findet man daher allgemein unbewegliche Düsenvorrichtungen, so dass nach dem Abstiche oder bei kurzen Stillständen die in der Form eingestampfte Düse fest liegen bleibt. Bei dieser Einrichtung werden Windverluste allerdings vermieden, doch besteht der grosse Uebelstand, dass man bei jeder Auswechselung der Windformen genöthigt ist, die Düsen mit dem schweren Windzuleitungsrohr abzunehmen; eine sehr lästige und beschwerliche Arbeit.

Eine neue Construction der Düsenvorrichtung bei Hohöfen, welche mehrfach sehr günstig beurtheilt worden ist, da dieselbe Leichtbeweglichkeit mit luftdichtem Verschlusse in allen Theilen vereinigt, zeigt Taf. VIII, Fig. 7 bis 9.

Das Windleitungsrohr hat in seinem verticalen Theile zwei Kugelgelenke derart, wie ein solches jetzt allgemein zum Zwecke einer leichteren Demontage auch bei festen Düsenvorrichtungen angewendet wird. Der Drehpunkt des oberen Kugelgelenkes befindet sich bei *a*, Fig. 9, ausserhalb des Krümmers, wodurch eine auch seitliche Verschiebung des Windrohres ermöglicht wird, wenn sich die Lage der Form zum Haupt-Windleitungsrohr, durch Längenausdehnung und Verschiebung desselben, verändern sollte. In der Horizontalebene, welche durch den Mittelpunkt des unteren Kugelgelenkes geht, befinden sich an der Aussenwand des unteren Krümmers die Zapfen *d* und d_1, und entsprechende Zapfen *c* und c_1 hat auch das Mittelstück mit den beiden Kugelschalen. Die drei Theile des Windrohres werden zusammengehalten durch ein schmiedeeisernes Gehänge

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3

Fig. 4.

Fig. 5

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 6

H. Wehage:

Mechanismus zur Auflösung höherer Gleichungen.

Königl. Hof-Lith. Hermann Voit. Burg-Str. 6. Berlin.

oder Bügel, von welchem der obere Stützzapfen in einer halbkugeligen Pfanne mit dem Mittelpunkte a als Drehpunkt liegt. In Fig. 7 ist der obere Theil mit Absicht von der anderen Seite gezeichnet, um auch hier das Lager für den Stützzapfen in der Ansicht zu geben. Die Zapfen c, c_i und d, d_i gehen durch entsprechende Oeffnungen im Gehänge; diese Zapfenlöcher aber sind nach unten hin um 1 und 2^{mm} tiefer als der Durchmesser der Zapfen, damit beim Zurückziehen der Düse in den Kugelgelenken ein, zur Vermeidung der Reibung nothwendiger, geringer Spielraum entsteht. Durch den unteren horizontalen Theil des Bügels geht eine Schraube mit flachem Gewinde, und werden durch Drehen des daran befestigten Handrades, bezügl. Steigen der Schraube die Halbkugeln der Gelenke in die Schalen hineingepresst, so dass die Vorrichtung in jeder Stellung festgestellt werden kann, und auch in der Lage beim Durchgehen des Gebläsewindes, durch Zusammenpressen der Flächen, die Dichtung in den Gelenken erzielt wird. Durch ein Gehänge mit Schraube a in Fig. 9 ist ausserdem das horizontale Düsenrohr bei b aufgehängt, um ein Herabneigen, nach Lösung der Schraube mit Handrad und dem Zurückziehen, zu vermeiden. Diese Aufhängevorrichtung a wird am besten eingerichtet, wie auch auf der Zeichnung bei Fig. 9 angegeben, indem b der Mittelpunkt einer Schiene mit rundem Kopfe ist, welche kreisförmig nach einem Radius gleich der Entfernung von b nach a in der Horizontalebene gebogen und durch Console, die am Krümmer selbst befestigt sind, getragen wird. Auf dieser Schiene läuft eine Rolle, deren Achse an einer Seite das Gehänge trägt. Solche Einrichtung ermöglicht, dass nach dem Zurückziehen und nach Abnahme der Düse die Vorrichtung zur Seite gedreht werden kann, wodurch die Formöffnung ganz frei wird, und man bei der Ausführung einer erforderlichen Arbeit, wie Formauswechselung u. dgl. unbehindert ist.

Das Ende der Düse hat einen ringförmigen Wulst, der wie ordnungsgemäss gleichfalls in Kugelform abgedreht ist, so dass die Düse in jeder Lage, fest in die Windform gepresst, luftdicht an die Wandungen derselben oder des eingesetzten Futters schliessen muss. Die Düse tritt nur vorn in die Form ein, weshalb dieselbe mit einem Futter von Gusseisen ausgefüttert wird, denn da dieses durch einen Zwischenraum, der mit Lehm ausgefüllt wird, von den Wandungen der Form getrennt ist, vermeidet man durch den schlechten Wärmeleiter Abkühlung des Windes durch Erwärmung der Form. Das Formfutter ist als Fortsetzung der Düse zu betrachten, und kann durch verschiedene Weiten desselben der Düsendurchmesser verengt oder erweitert werden. Die Hohofenform selbst liegt in einem gusseisernen Kühlkasten nach der neuen Lürmann'schen Einrichtung, jedoch mit der Abänderung, dass derselbe keine eingegossenen Kühlrohre hat, sondern doppelwandig ist und direct durch eingespritztes Wasser gekühlt wird.

Eine Stellung der Düsenvorrichtung nach dem Zurückziehen derselben ist auf der Zeichnung durch die punktirten Linien angegeben. Das horizontale Düsenrohr selbst bleibt auch beim Zurückziehen stets in horizontaler Lage, wenngleich es sich hebt, wohingegen das Düsenende allerdings einen Kreisbogen beschreibt, dessen Steigung jedoch bei dem kurzen Wege, bis die Düse die Form verlässt, so gering ist, dass dieselbe zurückgezogen werden kann ohne das Gehänge a durch Drehen des Schraubenbügels zu verlängern.

In dem mittleren Theile des verticalen Windrohres mit den beiden Kugelschalen befindet sich noch ein Windabsperrschieber in einem geschlossenen Gehäuse, für den Fall, dass eine Form oder Düsenvorrichtung ausser Thätigkeit gesetzt werden soll. Dieser Windschieber kann jedoch bei Anwendung sehr hoher Windtemperaturen, wenn ein Werfen und Undichtwerden zu befürchten sein sollte, ganz fortgelassen werden. Alle übrigen Theile der Einrichtung werden aus der Zeichnung klar zu erkennen sein.

Die ganze Rohrleitung kann, unbeschadet ihrer Leichtbeweglichkeit, durch einen schlechten Wärmeleiter eingehüllt werden, welcher Vortheil, gegenüber den Vorrichtungen mit verschiebbarem Düsenrohre nicht unwichtig ist. Gleicherweise sind auch die Reibungsverhältnisse bedeutend günstiger bei dieser neuen Construction, so dass dieselbe, nach allem, auf den Beifall der Fachmänner wird rechnen dürfen.

Mechanismen zur Auflösung höherer Gleichungen.

Von **H. Wehage** in Mittweida.

(Hierzu Blatt 3.)

Schon wiederholt ist es versucht worden, mit Hilfe der Regeln für die graphische Ausführung der vier Grundoperationen des Rechnens (Addition, Subtraction, Multiplication und Division) auch vollständige analytische Ausdrücke zu construiren. Nach Culmann ist dies zuerst ausgeführt von E. Stamm, später von Dr. Eggers und E. Jäger. Auch das vorzügliche Werk über graphische Statik von Culmann enthält eine kurze Besprechung derartiger Constructionen. Die im Folgenden gegebenen Methoden zur Construction der Function

$$y = a_0 x^n + a_1 x^{n-1} + a_2 x^{n-2} + \ldots + a_{n-1} x + a_n$$

welche, so viel mir bekannt, noch nicht veröffentlicht wurden, sind wol der Einfachheit wegen besonders zur praktischen Anwendung geeignet. Sie dienen zunächst dazu, zu jedem Werthe des Arguments den zugehörigen Functionswerth zu finden. Wird die Construction für eine grössere Anzahl zusammengehöriger Werthe von x

und y ausgeführt, so kann man leicht die Curve $y = f(x)$ verzeichnen, erhält dadurch eine Uebersicht über den Verlauf der Function y und ist im Stande, die Maxima und Minima derselben, sowie die reellen Wurzeln der Gleichung $y = 0$ zu bestimmen. Es ist wol selbstverständlich, dass, wie bei allen graphischen Constructionen, auch bei den folgenden an die Genauigkeit der Resultate keine zu grosse Anforderungen gestellt werden dürfen; doch wird dieselbe immerhin in vielen Fällen genügen. Auf der anderen Seite tritt der grosse Vorzug der Anschaulichkeit und Uebersichtlichkeit, der ebenfalls allen graphischen Darstellungen gemeinsam ist, auch hier hervor.

Besonders interessant sind die in Rede stehenden Constructionen aber noch insofern, als man danach leicht Mechanismen construiren kann, mit deren Hilfe sich durch eine stetige Aenderung des Arguments die entsprechende stetige Aenderung des Functionswerthes y unmittelbar zur Anschauung bringen lässt.

Die Function

$$y = a_0 x^n + a_1 x^{n-1} + a_2 x^{n-2} + \ldots + a_{n-1} x + a_n$$

kann man auch schreiben:

$$y = \Big\{[(a_0 x + a_1) x + a_2] x + \ldots + a_{n-1}\Big\} x + a_n,$$

wonach sich der ganze Ausdruck durch eine Aufeinanderfolge abwechselnder Multiplicationen mit der Variablen x und Additionen der Constanten $a_0 a_1 \ldots$ bilden lässt. Um auf graphischem Wege die Multiplication mit x auszuführen, hat man die Constanten durch Strecken darzustellen und x gleich der trigonometrischen Function eines variablen Winkels φ (also gleich dem Verhältniss zweier Strecken) zu setzen. Im Folgenden ist $x = \operatorname{tg} \varphi$ benutzt. Die Addition der Constanten geschieht durch Anfügen der betreffenden Strecken.

Es sei in Fig. 1 XY ein rechtwinkliges Axensystem, YOB der (spitze) Winkel φ, dessen trigonometrische Tangente gleich x ist. Zieht man im Abstande a_0 (positiv im Sinne OY gerechnet) eine Parallele $M_0 N_0$ zur X-Axe und bezeichnet den Schnittpunkt von OB und $M_0 N_0$ mit C_0, so ist

$$C_0 A_0 = a_0 \operatorname{tg} \varphi = a_0 x$$

für jeden Werth des Winkels φ zwischen $-\frac{\pi}{2}$ und $+\frac{\pi}{2}$, entsprechend den Werthen von x zwischen $-\infty$ und $+\infty$. Zieht man eine zweite Gerade $M_1 N_1$ im Abstande a_1 parallel zur Y-Axe (positiv im Sinne XO gerechnet), welche $M_1 N_1$ in A_1 schneidet, so ist

$$C_0 A_1 = a_0 x + a_1;$$

errichtet man ferner in C_0 eine Senkrechte $C_0 C_1$ auf OB, welche $M_1 N_1$ in C_1 schneidet, so ist $\angle A_1 C_0 C_1 = \angle \varphi$, also:

$$C_1 A_1 = C_0 A_1 \cdot \operatorname{tg} \varphi = (a_0 x + a_1) x.$$

Durch eine weitere im Abstande a_2 von $M_0 N_0$ (positiv im Sinne YO genommen) gezogene Parallele zur X-Axe erhält man:

$$C_1 A_2 = (a_0 x + a_1) x + a_2$$

und durch die in C_1 auf $C_0 C_1$ errichtete Senkrechte $C_1 C_2$:

$$C_2 A_2 = [(a_0 x + a_1) x + a_2] x.$$

In dieser Weise die Construction fortsetzend, ergiebt sich ferner:

$$C_3 A_3 = \Big\{[(a_0 x + a_1) x + a_2] x + a_3\Big\} x \quad \text{u. s. w.}$$

Da für jede folgende Multiplication mit x der $\angle \varphi$ um $\frac{\pi}{2}$ gegen die zur vorhergehenden Multiplication benutzte Lage gedreht erscheint, so muss auch für jede folgende Constante der Richtungssinn um $\frac{\pi}{2}$ gegen die vorhergehende gedreht werden; demnach ergiebt sich für diese das Schema Fig. 3, in welchem die Pfeile den positiven Richtungssinn andeuten.

Um nun für beliebig viele Werthe des Argumentes die zugehörigen Functionswerthe zu finden, hat man nur, nachdem die Geraden $M_0 N_0$, $M_1 N_1 \ldots$ ein für alle Mal fest gelegt sind, den rechtwinkligen Linienzug $O C_0 C_1 C_2 \ldots$ für die verschiedenen Werthe von φ zu construiren. Für sehr grosse Werthe von x (absolut genommen) $\left(\varphi \text{ sehr nahe gleich } \pm \frac{\pi}{2}\right)$ ist jedoch die Construction der begrenzten Zeichenfläche wegen nicht mehr durchführbar; deshalb ist es zweckmässig, den Winkel φ nur von $-\frac{\pi}{4}$ bis $+\frac{\pi}{4}$ zu benutzen, den Werthen von x entsprechend, welche zwischen -1 und $+1$ liegen. Um auch für die übrigen Werthe von x den Functionswerth construiren zu können, dividire man die obige Gleichung $y = f(x)$ durch x^n, wodurch man erhält:

$$y \frac{1}{x^n} = a_0 + a_1 \frac{1}{x} + a_2 \frac{1}{x^2} + a_3 \frac{1}{x^3} + \ldots + a_{n-1} \frac{1}{x^{n-1}} + a_n \frac{1}{x^n}$$

Setzt man $\frac{1}{x} = z$ und ordnet nach fallenden Potenzen von z, so ergiebt sich:

$$y \cdot z^n = a_n z^n + a_{n-1} z^{n-1} + \ldots + a_1 z + a_0.$$

Ist nun $x < -1$ oder $x > +1$, so ist jedenfalls $-1 < z < +1$, so dass man für diese Function dieselben Operationen vornehmen kann, wie für die gegebene.

Die den verschiedenen Werthen von φ entsprechenden Werthe von $x = \operatorname{tg} \varphi$ sind dargestellt durch die Strecke EF auf der Geraden GH, wenn GH eine im Abstande $OE = 1$ gezogene Parallele zur X-Axe ist, und E und F die Schnittpunkte derselben mit der Y-Axe bezw. mit OB sind.

Beispiel. In Fig. 2 ist das beschriebene Verfahren vollständig durchgeführt für die Function

$$y = 7{,}8\, x^6 + 15{,}4\, x^5 + 24{,}5\, x^3 - 24\, x - 5$$

und die folgenden 10 Werthe von x:

$$x = -1{,}0;\ -0{,}8;\ -0{,}6;\ -0{,}4;\ -0{,}2;\ 0{,}2;\ 0{,}4;\ 0{,}6;\ 0{,}8;\ 1{,}0.$$

Mit den erhaltenen Functionswerthen ist dann die Curve UV construirt worden; dabei sind die Werthe für x nach einem 50 mal grösseren Massstabe aufgetragen als die Werthe von y. Die Curve zeigt, dass zwischen -1 und $+1$ drei reelle Wurzeln der Gleichung $y = 0$ liegen, nämlich:

$$x_1 = +0{,}852$$
$$x_2 = -0{,}22$$
$$x_3 = -0{,}747.$$

Wird die Construction in etwas grösserem Massstabe möglichst genau ausgeführt, so kann man auf 3 bis 4 Stellen sicher rechnen. Man erkennt ferner, dass die Function für $x = 0{,}51$ einen Minimalwerth $y = -13{,}5$ und für $x = -0{,}55$ einen Maximalwerth $y = 4{,}5$ erreicht. Für die Werthe von x, welche $> +1$ und < -1 sind, ist nun die Function

$$y z^6 = -5 z^6 - 24 z^5 + 24{,}5 z^3 + 15{,}4 z + 7{,}8$$

zu benutzen. Die Wurzeln der Gleichung $y z^6 = 0$ sind auch die Wurzeln der Gleichung $y = 0$. Um aber den Functionswerth y_1 für ein bestimmtes z_1 (d. i. also auch für ein bestimmtes $x_1 = \frac{1}{z_1}$) zu finden, hat man den durch die Construction der rechten Seite vorstehender Gleichung erhaltenen Werth noch mit z_1^6 zu dividiren (bezw. mit x_1^6 zu multipliciren).

Aus den beiden Figuren 1 und 2 geht hervor, dass der Verlauf der Function y von dem Endpunkte eines geradlinigen Zuges beschrieben wird, der sich um seinen anderen festen Endpunkt dreht, dessen einzelne Seiten von variabler Länge sind, aber stets senkrecht zu einander bleiben, und dessen Eckpunkte sich auf gewissen Geraden bewegen. Diese Geraden sind parallel zweien zu einander senkrechten Axen und haben von diesen, bezw. von einander Abstände, welche den Coefficienten $a_0 a_1 \ldots$ der gegebenen Function entsprechen. Daraus ist unschwer zu erkennen, wie sich hiernach ein Mechanismus construiren lässt, bei welchem ein Zeiger sich auf einer dem Functionswerthe y zugehörigen Scala bewegt, während ein um den Punkt O drehbarer Hebel stetig alle Werthe von φ durchläuft. Man hat zu diesem Zwecke nur die einzelnen Seiten des Polygonalzuges als Schienen herzustellen, welche durch Prismenführungen rechtwinklig mit einander verbunden sind, und die Eckpunkte durch irgend eine Vorrichtung auf den betreffenden Geraden zu führen, wozu wieder Prismenführungen am geeignetsten erscheinen; diese Geraden müssen auf die Entfernungen $a_0 a_1 \ldots$ einzustellen sein.

Einen solchen Mechanismus stellt in schematischer Zeichnung Fig. 6 dar, und zwar für eine Function vierten Grades von der allgemeinen Form:

$$y = a_0 x^4 + a_1 x^3 + a_2 x^2 + a_3 x + a_4.$$

OB ist ein um O drehbarer Hebel, dessen Neigung gegen die angenommene Y-Axe $= \varphi$ ist Auf diesem gleitet ein Schieber C_0, welcher mit der Schiene $M_0 N_0$ durch einen Stift drehbar, mit der Schiene $D_0 E_0$ aber fest zu einem rechtwinkligen Kreuze verbunden ist. $M_0 N_0$ wird in der Entfernung a_0 von der X-Axe parallel zu dieser geführt. Auf $D_0 E_0$ gleitet wieder ein Schieber C_1, welcher drehbar mit $M_1 N_1$ und fest mit $D_1 E_1$ verbunden ist; $M_1 N_1$ ist in der Entfernung a_1 parallel zur Y-Axe geführt. Die gleiche Construction wiederholt sich noch zweimal; die Schiene $M_2 N_2$ wird in der Entfernung a_2 von $M_0 N_0$ und die Schiene $M_3 N_3$ in der Entfernung a_2 von $M_1 N_1$ geführt. $M_3 N_3$ trägt bei C_3 einen Zeiger (für eine praktische Ausführung wäre hier ein Nonius zu verwenden), welcher auf einer unmittelbar neben $M_3 N_3$ parallel zur Y-Axe geführten Scala den Functionswerth angiebt. Will man denselben direct ablesen, so muss der Nullpunkt dieser Scala in der Entfernung a_4 (positiv im Sinne OY) von $M_2 N_2$ liegen, und muss dann noch eine besondere, in Fig. 6 nicht angegebene Einstellvorrichtung (ähnlich wie für die anderen Constanten) hierzu angebracht sein. Statt dessen kann man aber auch (wie in Fig. 6 angedeutet) diese Scala durch Prismenführung mit $M_2 N_2$ verbinden, so dass ihr Nullpunkt stets auf $M_2 N_2$ bleibt, und hat dann immer zu dem angezeigten Functionswerthe noch das constante Glied a_4 zu addiren. Eine mit Zeiger (bezw. Nonius) versehene Schiene MN, welche parallel zur X-Axe geführt und von einem auf OB befindlichen Schieber C bewegt wird, giebt auf einer daneben befestigten Scala unmittelbar den betreffenden Werth des Argumentes $x = \operatorname{tg} \varphi$ an. Die Einheit für diese Scala ist, wie aus der Figur ersichtlich, gleich der Entfernung der Schiene MN von der X-Axe; die Einheit der Scala für y ist gleich der für die Coefficienten gewählten. Die Führungen für die Schienen $M_0 N_0$, $M_1 N_1$ u. s. w. können durch je zwei Schrauben, welche durch eine Keilkette oder eine Doppelkurbel mit einander gekuppelt sind, parallel mit sich selbst verschoben werden. (Zahnräder würden zur Kuppelung der Schrauben wegen des bei denselben nur allzu schwer zu vermeidenden todten Ganges unzweckmässig sein.) Zur genauen Einstellung der Coefficienten kann man zunächst am Gestell zwei Scalen befestigen, an welchen die Stellung von $M_0 N_0$ und $M_1 N_1$ abgelesen werden kann, und dann $M_0 N_0$ sowie $M_1 N_1$ mit je einer Scala in feste Verbindung bringen, an welchen die Stellung von $M_2 N_2$, bezw. $M_3 N_3$ zu erkennen ist; oder besser: man bringt (wie in Fig. 6 angedeutet) die Führungen von $M_0 N_0$ und $M_1 N_1$ in festen Zusammenhang mit den Lagern der Stellschrauben für die Schienen $M_2 N_2$ und $M_3 N_3$. Dann kann man die Scalen für alle Constanten kreisförmig auf Zifferblättern anordnen, über welchen sich die mit Zeiger versehenen kleinen Kurbeln $A_0 A_1 A_2 A_3$ beim Einstellen bewegen.

Die Stellung der einzelnen Theile in Fig. 6 entspricht folgenden Werthen:

$$a_0 = 9 \,.\, n;\; a_1 = 3{,}2 \,.\, n;\; a_2 = 7 \,.\, n;\; a_3 = 9{,}5 \,.\, n;$$
$$x = 0{,}55$$
$$y = a_0 x^4 + a_1 x^3 + a_2 x^2 + a_3 x + a_4 = (8{,}59 + a_4) \,.\, n,$$

wobei n jede beliebige positive oder negative Zahl sein kann.

Eine andere Methode zur Construction der Function y, bei welcher zur Multiplication mit x stets dieselben Schenkel des Winkels φ benutzt werden, ist die folgende:

Es sei wieder (Fig. 4) YOB der variable Winkel φ, dessen Tangente gleich x ist; ferner sei:

$$OA = a_0;\; OA_1 = a_1;\; OA_2 = a_2 \text{ u. s. w.}$$

alle positiv genommen im Sinne OY.

Es ist dann $C_0 A_0$ (senkrecht zu OY) $= a_0 : \operatorname{tg}\varphi = a_0 x$. Zieht man durch C_0 eine Parallele zur Y-Axe, durch A_1 eine Gerade, welche unter 45° gegen die Y-Axe geneigt ist, und durch den Schnittpunkt D_1 beider wieder eine Senkrechte $C_1 E_1$ zur Axe, so ist:

$$OE_1 = A_1 E_1 + OA_1 = D_1 E_1 + a_1 = C_0 A_0 + a_1 = a_0 x + a_1,$$

also:

$$C_1 E_1 = OE_1 \,.\, x = (a_0 x + a_1) \,.\, x.$$

Ist nun weiter $C_1 D_2$ parallel zur Y-Axe, $A_2 D_2$ unter 45° gegen dieselbe geneigt, und $C_2 E_2$ (durch den Schnittpunkt D_2 gehend) senkrecht zu derselben, so ist

$$OE_2 = A_2 E_2 + OA_2 = (D_2 E_2 = C_1 E_1) + a_2 = (a_0 x + a_1) x + a_2$$

folglich:

$$C_2 E_2 = A_2 E_2 \,.\, x = [(a_0 x + a_1) x + a_2] \, x.$$

In derselben Weise ergiebt sich ferner:

$$C_3 E_3 = \left\{[(a_0 x + a_1) x + a_2] x + a_3\right\} x \quad \text{u. s. w.}$$

Hat man also auf OY von O aus die Strecken $a_0\, a_1\, a_2 \ldots$ aufgetragen und durch die Endpunkte von $a_1\, a_2 \ldots$ unter 45° gegen die Y-Axe geneigte Gerade gezogen, so ist nach dieser Methode für einen beliebigen Werth von φ nur der Linienzug $A_0 C_0 D_1 C_1 D_2 C_2 D_3 C_3 \ldots$ zu ziehen, um den zugehörigen Functionswerth zu finden. Die Construction gilt (wie auch die zuerst beschriebene) für beliebige positive oder negative Werthe der Constanten, und auch sowol für positive als für negative Werthe von x. Diese letzte Methode hat vor der ersteren den Vorzug, dass man zur Construction beliebig vieler Functionswerthe, nachdem die geneigten Geraden den gegebenen Coefficienten entsprechend ein für allemal fest gelegt sind, nur zwei zu einander senkrechte Linienscharen nöthig hat.

Auf diese Constructionsmethode sich gründend, sind die beiden in Fig. 7 und Fig. 8 schematisch gezeichneten Mechanismen, auch für Functionen vierten Grades, ausgeführt.

In Fig. 7 ist OB wieder der um O drehbare Hebel, welcher mit der Y-Axe den Winkel φ (in Fig. 7 negativ angenommen) bildet. Auf demselben befindet sich ein Schieber C_0, der mit einer im Abstande a_0 parallel zur X-Axe geführten Schiene $M_0 N_0$ sowie mit einem zweiten Schieber D_0 drehbar verbunden ist. Letzterer erfasst eine zur Y-Axe parallele Schiene $J_0 K_0$, welche mit dem Körper $Q_0 R_0 S_0 T_0$ in fester Verbindung steht; dieser wird durch eine Schiene GH, unter 45° gegen die Y-Axe geneigt, geführt und trägt die verstellbare Führung für die Schiene $M_1 N_1$; $M_1 N_1$ ist wieder mit zwei Schiebern C_1 und D_1 drehbar verbunden, wovon C_1 auf OB und D_1 auf einer zur Y-Axe parallelen Schiene $J_1 K_1$ gleitet. $J_1 K_1$ gehört einem zweiten Körper $Q_1 R_1 S_1 T_1$ an, welcher gleichfalls, wie $Q_0 R_0 S_0 T_0$ unter 45° gegen die Y-Axe geführt wird. In dieser Weise setzt sich die Construction fort.

Ist nun die Entfernung der Schiene $M_0 N_0$ von der X-Axe $= a_0$ eingestellt, so ist für jede Stellung des Hebels OB die Entfernung der Schiene $J_0 K_0$ von der Y-Axe $= a_0 x$. Dadurch, dass der Körper $Q_0 R_0 S_0 T_0$ unter einer Neigung von 45° gegen die Y-Axe geführt ist, wird diese Strecke $a_0 x$ in eine zur Y-Axe parallele Lage gebracht. Ist dann weiter die Entfernung der Schiene $M_1 N_1$ vom Schnittpunkte von $J_0 K_0$ mit $GH = a_1$ eingestellt, so ist die Entfernung der Schiene $M_1 N_1$ von der X-Axe $= a_0 x + a_1$ und die Entfernung der Schiene $J_1 K_1$ von der Y-Axe $= (a_0 x + a_1) x$ u. s. w. Jeder der Körper $QRST$ muss selbstverständlich mit einer besonderen Schiene GH versehen sein, so dass sich dieselben unabhängig von einander bewegen können. Ferner muss der Hebel OB aus mehreren Parallelschienen bestehen, damit jeder der Schieber $C_0 D_0$, $C_1 D_1$ u. s. w. sich ungehindert über die ganze Länge des Hebels fortbewegen kann. Mit $M_3 N_3$ ist wieder ein Zeiger (bezw. Nonius) verbunden, welcher auf der daneben befindlichen Scala den Functionswerth anzeigt. Um den zu φ gehörigen Werth von x abzulesen, kann dieselbe Vorrichtung, wie in Fig. 6, angebracht sein; oder man kann auch, wie in Fig. 7 angedeutet, die Eintheilung auf einem Kreisbogen anbringen, so dass man die Schiene MN (Fig. 6) mit zugehörigem Schieber erspart. Da aber in diesem Falle die Theile ungleich werden, lässt sich ein Nonius nicht verwenden. Zur Einstellung der Coefficienten sind auch bei dieser Anordnung wieder je zwei durch Kette oder Doppelkurbel gekuppelte Schrauben angebracht.

Der Mechanismus ist in Fig. 7 eingestellt auf die Function

$$y = 8{,}6\, n x^4 - 9{,}7\, n x^3 + 10{,}3\, n x^2 - 7{,}6\, n x$$

und zwar für den Werth

$$x = -0{,}8$$

$$\text{so dass } y = 21{,}7 \,.\, n.$$

Der in Fig. 8 skizzirte Mechanismus ist einfacher und zugleich vollkommener als die in Fig. 6 und Fig. 7 dargestellten. Ein besonderer Vorzug liegt nämlich den beiden letzteren gegenüber darin, dass hier zur Einstellung der Constanten nur je eine Schraube verwendet wurde, wodurch die immerhin etwas unangenehme Kuppelung durch Kette oder durch irgend eine andere Vorrichtung fortfällt. Eine ähnliche Anordnung liesse sich übrigens auch bei den anderen beiden Constructionen anbringen. Der ganze Mechanismus Fig. 8 besteht aus möglichst wenigen der drei einfachen Umschlusspaare: Prisma, Cylinder und Schraube. Die Lager für die Schrauben sind sämmtlich am Gestelle fest.

Allerdings wird wol unter sonst gleichen Umständen die Durchbiegung der einzelnen Theile bei dieser letzten Anordnung mehr als bei den ersten beiden die Genauigkeit der Resultate beeinflussen; doch lässt sich diesem Uebelstande durch genügende Breite der einzelnen Schienen u. s. w. leicht entgegentreten.

Da sich die Anordnung Fig. 8 unmittelbar an die in Fig. 4 dargestellte graphische Construction anschliesst, so wird dieselbe wol aus der Skizze verständlich, und eine Beschreibung überflüssig sein. —

Zum Schluss noch einige Bemerkungen über die praktische Ausführung dieser Mechanismen. Es ist wol selbstverständlich, dass die Arbeit bei der Anfertigung

eine äusserst sorgfältige sein müsste; es wären verschiedene Regulirvorrichtungen anzubringen, um erstens die einzelnen Theile genau in die richtige Lage zu einander bringen zu können, und zweitens, um einerseits die Reibung, andererseits den todten Gang auf ein Minimum zu reduciren; als Material für die Schienen, Zapfen und Schrauben wäre natürlich Stahl zu verwenden u. s. w. Ein solcher möglichst exact ausgeführter Mechanismus würde, daran ist wol nicht zu zweifeln, in vielen Fällen eine nicht unbedeutende Ersparniss an Zeit und Mühe gewähren; z. B. bei der tabellarischen Berechnung von Functionswerthen für verschiedene Argumente, bei der Bestimmung der Maxima und Minima von Functionen und besonders bei der Auflösung höherer Gleichungen. Ob indessen auch die Fälle häufig sein würden, bei denen diese Ersparniss an Zeit und Mühe mit dem Kostenpreise eines so genau ausgeführten Mechanismus in richtigem Verhältnisse stände, wage ich nicht zu entscheiden.

Ueber Pulsometer.

Von **C. Schaltenbrand.**

(Bericht, erstattet in der Sitzung des Berliner Bezirksvereines vom 4. Januar 1877.)

(Hierzu Tafel VII.)

In einer Besprechung der Pulsometerpumpe in der Vereinssitzung vom 5. October 1876 fand die Wirkungsweise dieses Apparates noch sehr abweichende Erklärungen, und es machten sich Meinungsverschiedenheiten geltend, welche wol nie in gleicher Schärfe aufgetreten wären, wenn Zeichnungen und Betriebsresultate, letztere als Beweismaterial, vorgelegen hätten, und wenn die Herren, welche sich an der Debatte betheiligten, auf die Besprechung vorbereitet waren.

Die von mir ausgesprochenen Ansichten sind von einer Seite sehr scharf angegriffen worden. Ich glaube nicht, in derselben Weise antworten zu müssen, da der Beweis, dass die Auffassung dieser Herren unhaltbar ist, alle Aeusserungen auf diese selbst zurückprallen macht; die angeführten Beispiele passen theils nicht auf den vorliegenden Fall, theils sind sie nur für Experimente im Laboratorium wahr, bei denen man das Reagensglas mit dem Daumen schliessen und plötzlich ganz öffnen kann, was eben in der Praxis und in grossen Verhältnissen nicht ausführbar ist.

Auch meine damalige Ansicht ist durch die Erfahrungen nicht vollständig bestätigt worden, und dürfte sich hier wiederum mein Grundsatz bewahrheiten: „Wo zwei sachverständige und urtheilsfähige Parteien sich über eine Sache streiten, liegt die Wahrheit stets in der Mitte."

Ich habe der Wahrheit mit Rechnung beikommen wollen, jedoch gefunden, dass die in wissenschaftlichen Werken vorhandenen Theorien den vorliegenden Fall nicht umfassen, auch die Rechnung aufhört, wo es sich darum handelt, die Wirkung des Vacuum zu bestimmen, da weder über die Condensation des Dampfes unter den obwaltenden Verhältnissen und noch weniger über die Menge der durch die Luftventile einströmenden und in dem Pumpenraume verbleibenden Luft irgend ein Anhalt gegeben ist. Ohnehin beabsichtige ich nicht, den Herren Professoren auf dem Gebiete der Theorie hier vorzugreifen, da sich die nöthigen Beweise für meine Ansichten auch ohne das führen lassen. —

Für das Pulsometer ist vorab zu beachten, dass beim Ansetzen desselben der Dampf zuerst nur in den einen Pumpraum eintritt, während in dem anderen noch gar kein Dampf war, mithin auch von einem heftigen Vacuum und daraus resultirendem Wasserschlage von dieser Seite das Umsteuern der Dampfventil-Kugel nicht bewirkt werden kann, und mithin das erste Wechseln der Kugel zweifellos durch die einseitige Dampf- und Vacuumwirkung auf der offenen, in den Zeichnungen Taf. VII, Fig. 1 der rechten Seite erfolgen muss. Damit ist aber sofort die Ansicht gefallen, der Wasserstoss oder selbst die durch denselben erzeugte Luftcompression allein steuere um.

War beim Ansetzen der Pumpraum gefüllt, so drückt der einströmende Dampf den Wasserspiegel nieder. Während dieser Periode soll nach Erklärung des Erfinders infolge des kleinen, allmälig zunehmenden Querschnittes eine Condensation nicht erfolgen. Ich werde später nachweisen, dass diese Auffassung nicht zutrifft. In der That wird in diesem Falle sofort Condensation eintreten, und es gelingt deshalb das Ansetzen auch nie mit dem ersten Dampfstosse. Ist jedoch das Wasser an seiner Oberfläche so weit erwärmt, dass es als schlechter Wärmeleiter eine fernere heftige Condensation verhindert, so erreicht der Dampf, indem er das Wasser niederdrückt, die Ausströmeöffnung nach dem Druckventile und strömt durch diese ab. Es entsteht hierdurch ein Aufwallen und theilweises Zurückfallen kälterer Wasserpartien in den Pumpraum, welche ihrerseits wieder eine heftigere Condensation erzeugen.

Wenn der Pumpraum anfangs nicht gefüllt war, ist es bei mässiger Saugehöhe möglich, durch stärkere Dampfstösse und längere Pausen das Wasser anzusaugen. Da dies jedoch Uebung erfordert und Zeit beansprucht, wird meistens ein Füllen des Apparates vorgezogen.

Nach erfolgtem Ansaugen ist der Vorgang nur insofern anders, als der Dampf schon bei unvollkommener Füllung die Austrittöffnung früher erreicht, und dann die stärkere Condensation eintritt. Letztere erzeugt ein heftigeres Zuströmen des Dampfes, welcher sich um die Kugel herumdrängen muss, und dessen Strahlkraft deshalb die Kugel umzusteuern strebt. So lange nun diese letztere durch keine andere Kraft (z. B. ein Vacuum

im anderen Pumpenraume) auf ihrem Sitze festgehalten wird, kann die an und für sich leichte Kugel der Umsteuerung kein grosses Hinderniss bieten. Wenn in einem saugenden Injector die Strahlkraft des Dampfes gegen den atmosphärischen Druck durch blosses Berühren am Umfange die Luft so stark mit sich wegtreibt, dass eine Wassersäule von mehr als 2^m Höhe angesaugt wird, so ist es hier nicht zweifelhaft, dass der Dampfstrahl, welcher noch gegen ein Vacuum wirkt und die leichte Kugel direct trifft, diese mit fortreisst und seine Eintrittsöffnung schliesst.

Nach erfolgtem Abschlusse durch die Kugel saugt das Vacuum in dem rechtsseitigen Pumpraume das Wasser durch das Saugeventil an, während links der Dampf das vorhandene Wasser durch das hinter dem Apparat in einem Ventilkasten sitzende Druckventil wegdrückt. Der Vorgang des Entleerens und des darauf folgenden Eintrittes der Condensation ist bereits besprochen; es bleibt noch übrig, die Periode des Ansaugens zu erörtern.

Die Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser in den rechtsseitigen Pumpraum eindringt, ist von dem Saugewiderstande, dem Rohrquerschnitte und von der Wirkung des Vacuum abhängig. Das letztere wird nicht allzu heftig auftreten.

Bei Niederdruckmaschinen auf Dampfschiffen, deren ich persönlich mehrere unter meiner Leitung in Dienst hatte, bleiben im Vacuumraume noch immer 1^k bis $1^k{,}5$ und bei etwas schadhaften Luftpumpen $1^k{,}5$ bis 2^k. Wenn bei einzelnen Condensationsmaschinen $0^k{,}75$ bis 1^k erreicht wird, so bleibt doch noch nachzuweisen, dass dies nicht mit Verlust an Maschinenkraft durch die Luftpumpen geschieht. Bei diesen Condensatoren auf Dampfschiffen wird dabei eine reichliche Wassermasse, mehr als das 20 bis 25fache Volumen des Speisewassers durch Brausen in alle Winkel des Dampfraumes gespritzt. Im Pulsometer aber, wo die erhitzte Wasserfläche nur einseitig den Dampf berührt, kann bei vollständig abgeschlossenem Luftzutritt das Vacuum nicht unter 0,25 Atm. Gegendruck kommen. Es ist hierbei noch zu beachten, dass vor dem Eintritt des Ansaugens der vorhandene Dampf, entsprechend dem Ueberdruck und einem den Saugewiderständen gleichkommenden Niederdrucke, so wie auch derjenige Dampf, welcher vor und zum Zwecke des Umsteuerns noch nachströmt, condensirt sein muss.

Bei $4^m{,}5$ oder, die Saugewiderstände eingerechnet, $5^m{,}3$ Saugehöhe und dem schädlichen Gegendruck im Pumpraum, gleich dem Druck einer Wassersäule von $2^m{,}6$ gerechnet, bleibt die Saugetriebkraft höchstens gleich einer

$$10{,}4 - 5{,}3 - 2{,}6 = 2^m{,}5$$

hohen Wassersäule.

Nach einer entsprechend umgeformten Gleichung des Hrn. Prof. Fink wird diese Triebkraft stetig wirkend eine Maximalgeschwindigkeit

$$c = \sqrt{2g\,(H-h_r)} = \sqrt{2\,.\,9{,}81\,.\,2{,}5} = \text{rot. } 7^m \text{ pro Secunde}$$

ergeben. Danach berechnet sich der in einer halben Secunde durchlaufene Weg

$$s = l\left(2 \ln \frac{e^{\frac{t c_i}{l}} + 1}{2} - \frac{t c_i}{l}\right) = 4{,}5\left(2 \ln \frac{e^{0{,}7} + 1}{2} - 0{,}7\right) = 0^m{,}805$$

im Saugerohr, und da der Pumpraum den neunfachen Querschnitt des Saugerohres hat, im Pumpraum etwa 90^{mm} Hubhöhe.

Wie später aus den Versuchsresultaten nachgewiesen wird, ist der Hub im Pulsometer No. III mit Einschluss der durch die lebendige Kraft der Wassersäule hinzutretenden Länge noch kleiner, und muss auch kleiner sein, da die Maximalwirkung des Vacuum nur kurz nach dem Ansaugen auftreten kann.

Die Endgeschwindigkeit des Wassers berechnet sich im Saugerohre zu $2^m{,}5$ und im Pumpraume zu nur 280^{mm}. Diese Verschiedenheit der Wassergeschwindigkeiten muss veranlassen, dass das Wasser beim Ansaugen stetig in der Mitte aufwallt, wodurch die Fortsetzung der Condensation befördert wird.

Das Gleichgewicht der Ruhe in der Saugewassersäule tritt ein für ein Vacuum im Pumpraum, welches einer Wassersäule von $4^m{,}5$ Saugehöhe entspricht, und das Gleichgewicht der Bewegung bei rund 0,5 Atm. Niederdruck. Von diesem letzteren ab geht die treibende Saugekraft durch Null in eine hemmende Wirkung über. Unter diesen Umständen kann von einem heftigen Stosse, erzeugt durch die lebendige Kraft des bewegten Wassers nicht wohl gesprochen werden und dies um so weniger, da vor dem Saugeventil ein Saugewindkessel angebracht wurde, dessen Luftfüllung sich mit dem Inhalte des Vacuumraumes gleichzeitig verdichtet, so dass ein Theil des Wassers nach diesem hinströmt.

Diese Wassermenge tritt bei dem nächsten Wechsel der Dampfkugel zuerst in den anderen saugenden Pumpraum ein und befördert hier den Fortgang der Condensation, gleichzeitig hindert sie jedoch das Vacuum, in der Heftigkeit zu wirken, welche zum Anholen der stehenden Saugewassersäule erforderlich wäre. Indem der Saugewindkessel das Saugewasser nie zur Ruhe kommen lässt, bricht er die Heftigkeit des Wasserstosses und mindert das Maximum der Vacuumwirkung durch Aufnahme und Uebertragung von Arbeit.

Um den Atmosphärendruck durch Wasserstoss zu erreichen, müsste das noch vorhandene Luft- und Dampfvolumen, selbst vorausgesetzt, dass die Condensation sich nicht fortsetzt, auf die Hälfte comprimirt werden.

Es dürfte jedoch schon aus dem Vorstehenden ohne Berechnung zu entnehmen sein, dass weniger als $\frac{1}{3}$ des Hubes eine Verdichtung der Vacuumfüllung über die Gleichgewichtsgrenze erzeugen kann, und dass dieses Volumen bei Weitem nicht dem ungefüllten Pumpraum gleichkommt.

Da der Dampf, während er in dem rechten Pumpraum das Wasser niederdrückt durch seine Strahlkraft, schon von vorn herein, auch vor dem Eintritt der Condensation, bestrebt ist, die Kugel von links nach rechts umzusteuern, so ist es möglich, dass die vorstehend

erwähnte, durch die lebendige Kraft des Saugewassers erzeugte Minimalwirkung bei geringer Saugehöhe und vielleicht längerer horizontaler Saugeleitung so gross wird und so frühzeitig im linken Pumpraum auftritt, dass die Kugel umsteuert, ehe rechts die Condensation eintritt. In diesem Falle bleibt rechts ein Ueberdruck, entsprechend der Druckwassersäule, wenigstens momentan bestehen, links dagegen fällt das Wasser sofort wieder zurück, entsprechend der zum Schliessen des Saugeventils nöthigen Bewegung. Der Dampfstrom nach der linken Vacuumseite tritt infolge dessen weit heftiger ein, so dass die Dampfkugel mit grösserer Kraft als vorhin sofort zurückgesteuert wird und nun erst mit weit schwächerer Wirkung nach rechts hinüber geht, wenn dort der Wasserspiegel die Drucköffnung erreicht, und momentan heftige Condensation eintritt. Auf diese Weise erklärt sich ein bei mangelndem Luftzutritt durch die Luftventile allerorts beobachteter kurzer Doppelschlag des Dampfventils, bei dessen Wiederholung der Apparat absetzt, lediglich aus dem Grunde, weil der Dampfstrahl rechts, bei links vorhandenem, neuen und grösseren Vacuum, die Kugel nicht zum zweiten Male umsteuern kann.

Es kommt demnach für den regelmässigen Betrieb eines Hall'schen Pulsometers darauf an, dass die Minimalwirkung des Vacuums links und die momentane Maximalwirkung des Vacuums rechts in demselben Zeitpunkte zusammentreffen.

Um dies zu erreichen werden bei dem Hall'schen Pulsometer gleich nach erfolgtem Ansetzen die Luftventile geöffnet. Diese Luftventile (Fig. 9 und 10 in natürlicher Grösse gezeichnet) sind stählerne Ventile, welche in einem Messinggehäuse auf einem eingeschraubten Sitze den Abschluss bilden. Oben sind sie gabelförmig gespalten und durch einen Stift am Drehen gehindert. Ein nach unten und aussen geführter Ventilstift erlaubt mittelst Mutter und Gegenmutter den Hub zu reguliren. Die untere Gegenmutter bleibt, wenn sie einmal für bestimmte Verhältnisse regulirt ist, stehen, während der obere Wirbel beim Ansetzen des Pulsometers an das Ventilgehäuse heran und später auf die Mutter zurück geschraubt wird.

Die Luft hat in dem Apparate eine doppelte Wirkung, indem sie die Saugeperiode verlängert, die Druckperiode dagegen abkürzt.

Das Vacuum saugt die Luft an, sobald dasselbe die Schwere des Ventils überwindet. Es wird hierdurch die heftigere Wirkung desselben gebrochen, aber gleichzeitig die Geschwindigkeit des Saugewassers gemindert, so dass dasselbe erst später und mit geringerer lebendiger Kraft das Minimum der Vacuumwirkung erzeugt. Zweifelhaft dürfte hierbei sein, ob eine absolute Vergrösserung oder Verminderung der Minimalwirkung des Vacuum im Augenblicke der Umsteuerung eintritt; unzweifelhaft ist jedoch die Verlängerung der Saugeperiode.

Die Grösse der Vacuumwirkung bei anfangs noch offenem Dampfventil und offenen Luftventilen, sowie bei einer ungewissen Luftmenge im Pumpraum in allen seinen Stadien berechnen zu wollen, ist so lange wenigstens unmöglich, als nicht genauere Versuchsresultate vorliegen.

Die eintretende kalte Luft ist mindestens doppelt so schwer als der Dampf, und dies Verhältniss wird sich bei höherer Spannung noch vergrössern. Die Luft wird sich demnach in grösserer Menge über der Wasserfläche ablagern, durch dessen Berührung sie kühl gehalten wird, während der mit ihr etwa gemischte Dampf sich condensirt. Es ist dies wohl vorauszusetzen, da Kohlensäure mit dem $1\frac{1}{2}$fachen specifischen Gewicht in atmosphärischer Luft ohne Mischung mit derselben zu Boden setzt*); um so mehr dürfte dies bei dem grösseren Gewichtsunterschied zwischen Luft und Wasserdampf der Fall sein.**)

Es bildet sich so zwischen Dampf und Wasser gleichsam ein Luftkolben, welcher als schlechter Wärmeleiter die Abkühlung des Dampfes und dessen rasches Zuströmen an das kalte Wasser behindert. Nur auf diese Weise lässt es sich erklären, dass der Dampf während der Druckperiode sich wenig condensirt und bei verhältnissmässig geringer Erwärmung des Wassers die Oeffnung des Druckrohres in kurzer Zeit erreicht.

Die Erklärung des Erfinders, wonach der anfangs kleine Querschnitt dies erreichen soll, zerfällt in sich. Die Zunahme der Oberfläche bis auf den mehr als 10fachen Querschnitt hält diese fortwährend in Bewegung und befördert die Condensation. Bei gleichmässigem Querschnitte wird mehr Zeit nöthig sein, die Oberfläche genügend zu erwärmen und die Wassermasse in Bewegung zu setzen. Es mag deshalb ein etwas sich verjüngender Querschnitt für den Anfang geboten sein, ist aber einmal die Bewegung eingetreten, so ist es nur bei gleichmässigem Querschnitte denkbar, dass die schützende Wasserschicht ohne Bewegung niedergeht und die Condensation hindert. Abgesehen hiervon zeigen die Versuchsresultate, dass in dem Hall'schen Pulsometer die Wasseroberfläche wenig oder gar nicht in den Hals des Pumpraumes hineintritt. Die Form des stetigen Dampf- und Luftvolumens kann auf die Wirkung desselben nur einen kleinen Einfluss haben, wie er aus dem Verhältnisse der Oberflächen zum Volumen herzuleiten ist, und dieses steigt bei einem lang gestreckten Halse zu Gunsten der Condensation.

Indem die Luft die Condensation verhindert, kürzt sie die Zeit der Druckperiode ab. In dem Augenblicke, wo der Wasserspiegel die Drucköffnung erreicht, strömt

*) Dies findet indessen erst bei längerem ruhigen Stehen des Gemisches statt und dürfte bei etwa 40 Pulsationen in der Minute, wo die Mischung stets von Neuem gleichsam umgerührt wird, etwas fraglich erscheinen. (D. Red. R. Z.)

**) Das Gesetz, nach welchem sich permanente Gase in einem Raume vollständig ignoriren, ist hier nicht anwendbar, da Dampf kein permanentes Gas ist, und entspricht auch nicht den Dalton-schen Versuchen. Die Mischung von Luft und Wasserdampf erreicht für jede Temperatur einen Sättigungsgrad; ist dieser überschritten, so trennt sich der Rest des Dampfes von der gesättigten Luft nach dem Gleichgewichtsverhältnisse.

ein grosser Theil der Luft durch diese ab, die Condensation tritt ein und setzt sich fort wie früher beschrieben. Der angesogene Wasserstrahl durchbricht dabei sprudelartig die Luftschicht bis die Gleichgewichtsgrenze überschritten ist, und der Gegendruck die Oberfläche wieder abflacht.

Es ist auf diese Art möglich, die Luftmenge derart zu reguliren, dass die gewünschte gleichzeitige Wirkung und ein sicherer regelmässiger Gang erzielt werden.*)

Unzweifelhaft ergiebt diese künstliche Verlängerung der Saugeperiode durch Eintritt einer grösseren Luftmenge, als die Erhaltung des Luftkolbens bedingt, einen Wirkungsverlust. Es hätte das Vacuum bei ungestörter Wirkung das Wasser in derselben Zeit auf eine grössere Höhe heben können, und es geht ein Theil der Arbeit des Vacuum nutzlos verloren.**) Hier helfen grössere Sauge- und kleinere Druckhöhe. Ist die Druckhöhe klein im Verhältniss zur Saugehöhe, so wird die Druckperiode zu kurz, die Condensation tritt in dem einen Pumpraum ein, ehe jenseits die nöthige Füllung vorhanden ist, und es resultirt hieraus ein zu kleiner Hub. Der Dampfstrahl findet beim Umsteuern die Kugel noch vom Vacuum festgehalten, so dass eine grosse Dampfmenge nutzlos überströmt und sich condensirt, ehe der Wechsel erfolgt. Hier bringt eine kleinere Dampfmenge die gewünschte Abhilfe. Sie ergiebt bei einer Verminderung der Leistung einen grösseren Nutzeffect.

Ferner ist Abhilfe möglich durch grössere Druckhöhe und kleinere Saughöhe. Bei einer fertigen Pumpe und gegebener Förderhöhe wird ein bestimmtes Verhältniss der Druckhöhe zur Saugehöhe dem grössten Nutzeffect entsprechen, welcher auch hier nicht mit der grössten Leistung zusammenfällt. Die Versuchsresultate von Wilhelmshaven zeigen, dass mit vermindertem Dampfdruck und bei kleinerer Hubzahl pro Minute die Leistung ab-, der Nutzeffect dagegen zunimmt. Es wird Sache des Versuches sein, die besten Verhältnisse zwischen Druckhöhe und Saugehöhe zu ermitteln. —

An Versuchsresultaten liegen nun vor:

1) Die k. englische landwirthschaftliche Gesellschaft liess Versuche mit einem Hall'schen Pulsometer vornehmen. Dasselbe*) lieferte 181 Gallons = 822^{k} auf eine Gesammtförderhöhe von 6^{m},09. Die Saugeleitung lag wenig steigend 59^{m},5 lang bei 152^{mm} Weite und setzte sich dann durch ein stehendes Rohr von 76^{mm} Weite und 1^{m},829 Höhe fort. Die Druckleitung von 2^{m},743 Höhe hatte dieselbe Rohrweite von 76^{mm}.

Der Dampfverbrauch pro Stunde und Pferdest. betrug 89^{k},36 und die Erwärmung des Wassers $2\frac{1}{4}$ bis $2\frac{1}{2}$°C. Eine Centrifugalpumpe gewöhnlicher Construction gebrauchte bei derselben Leistung nicht mehr als 63^{k},5 Dampf pro Pferdest. und Stunde.

*) Eine andere Erklärung, nach welcher die Luft nur deshalb eingelassen wird, um das Vacuum zu brechen, und besonders im Augenblicke des Umsteuerns eine kleinere Vacuumwirkung, welche die Kugel festhält, zu erlangen, dürfte durch das Vorstehende widerlegt sein. Sie würde bei grösserer Saughöhe, wo das Vacuum weit kräftiger und stetig stärker wirkt, eine grössere Luftmenge bedingen, was indessen der Erfahrung widerspricht.

**) Dies bestätigen die später angeführten Versuche mit dem Pulsometer No. IV in ihrem Vergleiche mit den Resultaten, welche in Wilhelmshaven bei gleicher Druckhöhe und grösserer Saugehöhe erzielt wurden.

*) Nach der Leistung muss es No. V der Hall'schen Tabelle entsprechen, auch scheint der Dampfverbrauch nicht pro effective, sondern pro Arbeitspferdest. berechnet zu sein, so dass die Leistung von 1^{k} Dampf der bei anderen Versuchen gefundenen näher kommt.

2) Nach autographirten Tabellen der k. Maschinendirection in Wilhelmshaven sind nachstehende Hauptresultate zu notiren:

		Pulsometer No. IV. Versuch No.			Pulsometer No. III. Versuch No.		
		I	II	III	I	II	III
Temperatur in Grad C. im Saugewasser		15,36	15,80	16,03	15,32	15,75	15,32
- - - - - Druckwasser		18,25	18,15	19,55	18,61	18,83	17,72
Zunahme		2,89	2,95	3,52	3,29	3,08	2,40
- - - - - Speisewasser		15,35	17,53	16,00	16,10	15,00	15,60
Dampfspannung in Atm. im Kessel		4,2	4,0	4,01	5,26	5,20	2,3
- - - - über der Kugel		2,06	2,61	2,65			
- - - - unter derselben		0,60	0,6—0,7	0,7	0,5—0,7	0,7—1,0	0,4—0,6
Mittlere Zahl der Pulsationen		43,2	59,7	51,2	115,2	125,7	87,8
Ventilöffnung in Gewindegängen		$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{4}-\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$
Speisewasserverbrauch	k	42,3	45,0	52,25	46,5	44,25	31,25
Saugehöhe	m	5,40	5,40	5,40	2,40	2,40	2,40
Druckhöhe	m	4,78	4,78	4,78	3,60	3,60	3,60
Förderhöhe	m	10,18	10,18	10,18	6,00	6,00	6,00
Gefördertes Wasser	kg	9190	9530	9181	9101	9170,8	9190
Gesammt-Arbeit	mk	93554	97015,14	93462,5	54606	55024,8	55140
Zeitdauer des Versuches in Minuten		41,5	31,0	40,0	45,0	43,75	59,00
Dampfverbrauch pro Minute	k	1,019	1,451	1,306	1,033	1,010	0,530
1^{k} Dampf fördert Wasser	k	2211,6	2155,7	1788,7	1174,3	1243,5	1764,4
Gefördertes Wasser pro Minute	k	221,4	307,4	229,5	202,2	209,6	155,8

Die Tabellen, von denen dies die mittleren Resultate jedes Versuches bei je 6 bis 8 Zwischenbeobachtungen sind, unterzeichneten der Maschinenbau-Director Hintze und der Maschinen-Ingenieur Kummer.

Aus diesen Resultaten habe ich noch nachstehende Angaben ermittelt:

		Pulsometer No. IV. Versuch No.			Pulsometer No. III. Versuch No.		
		I	II	III	I	II	III
Mittlere Wassergeschwindigkeit im Saugerohr	m	1,14	1,59	1,19	1,60	1,65	1,228
Hubhöhe im Saugerohr	m	1,60	1,60	1,392	0,83	0,788	0,837
Hubhöhe im Pulsometer	m	0,163	0,164	0,142	0,085	0,081	0,086
Leistung in Pferdest.		0,373	0,393	0,372	0,202	0,204	0,207
Dampfverbrauch pro Pferdest. und Stunde	k	121	125	150	230	217	166
1^k Dampf lieferte Wasser	k	219	212	175,7	195,7	207,2	294,1
Erwärmung des Speisewassers gemessene Grad C.		2,89	2,95	3,52	3,29	3,08	2,40
Desgl. nach der Wärmetheorie Grad C.		2,80	2,87	3,47	3,12	2,95	2,06

Da die berechnete Erwärmung der ganzen im Dampf enthaltenen Wärme entspricht, so ist entweder die Erwärmung etwas hoch bemessen, oder der gemessene Dampfverbrauch ist ein wenig grösser, besonders beim letzten Versuche.*)

*) Die nach der Wärmetheorie berechneten Zahlen der letzten Spalten, auch die in der Folge angegebenen, stellen sich bei Beachtung aller vorliegenden Verhältnisse etwas höher, also fast übereinstimmend mit der Beobachtung, wie ich dies in einer Broschüre über diesen Gegenstand noch begründen werde.

3) Versuche, welche in der k. Geschützgiesserei in Spandau vorgenommen, ergeben dagegen beim Pulsometer einen bedeutend kleineren Dampfverbrauch. Die Resultate, wie sie mir schriftlich vorliegen, lauten:

Dampfüberdruck in beiden Fällen		2,5 Atm.
Saugehöhe in beiden Fällen		3^m
Druckhöhe beim Pulsometer		$4^m,70$
- - bei der Pumpe		$0^m,25$
Verdampftes Wasser pro Stunde	beim Pulsometer	$0^{cbm},36$
	bei der Pumpe	$0^{cbm},16$
Dampfverbrauch pro Stunde beim Pulsometer		193^{cbm}
- - - - bei der Pumpe		85^{cbm}
Gefördertes Wasser pro Stunde	beim Pulsometer	37^{cbm}
	bei der Pumpe	11^{cbm}
Dampfverbrauch pro Cubikmeter gefördertes Wasser	beim Pulsometer	$5^{cbm},3$
	bei der Pumpe	$7^{cbm},8$

Da bei dem Pulsometer auch die Förderhöhe noch grösser ist, so würde dies ein sehr günstiges Resultat sein, welches sich mit allen anderen in keiner Weise vergleichen lässt.*)

4) Eigene Versuche.

Die oben erwähnten Meinungsverschiedenheiten im Berliner Bezirksverein, besonders über die Wirkungsweise der Luft im Pulsometer, veranlassten den Verein, besondere Proben anzustellen, deren Ausführung mir übertragen wurde.

Im Folgenden will ich in Kürze und mit Uebergehung des minder Wichtigen über diese Versuche berichten, und dann den Vorgang der Wirkung einer Pulsometerpumpe nur insofern wiederholen, als noch Zweifel durch die Versuche zu heben waren.

Die erste Sorge war, passend aufgestellte Pulsometer zu den Proben zu finden. Nachdem von anderer Seite, bei der ich wegen Vornahme der Versuche anfragte, sich Schwierigkeiten eigener Art entgegenstellten, fand sich Hr. Möller (Firma Möller & Blum) in liebenswürdigster Weise nicht nur bereit, seine drei passend aufgestellten Pulsometer zur Verfügung zu stellen, sondern noch weitere aufzustellen und sonst nöthige Vorrichtungen und Hilfskräfte zu liefern. Auch Hr. Greiner gab nicht nur einen Indicator zu den Versuchen, sondern betheiligte sich daran auch zeitweise in Person oder durch einen Vertreter. Da einige Vorversuche es unzweifelhaft liessen, dass die zu benutzenden Manometer, Vacuummeter durch das fortwährende Anschlagen an den Nullstift beschädigt werden mussten, so wurde durch die HHrn. Schäffer & Budenberg ein combinirtes Manovacuummeter mit Bourdon'scher Röhre von 67^{cm} Niederdruck bis 5 Atm. Ueberdruck eigens für diesen Zweck in kürzester Zeit ausgeführt.

Nach einigen Versuchen gelang es auch, bei genügend offenen Verbindungscanälen und mit sorgfältig ausgewählten Gläsern an beiden Pumpräumen je ein Wasserstandsglas anzubringen, welches klar und ohne Luftblasen den Wasserstand markirte.

Wenn nun auch so alle Schwierigkeiten beseitigt schienen, stellte sich doch während der Versuche heraus, dass zur Erlangung genauer Resultate die ganze Anlage eigens für den Zweck eingerichtet werden muss. Als ganz besonders misslich zeigte sich der Umstand, dass die Pulsometer aus einem alten unregelmässig gestalteten Brunnen saugten, in welchem sich auch noch verschiedene andere Versuchsvorrichtungen eingebaut vorfanden, und welcher zudem nichts weniger als wasserdicht war. Das geförderte Wasser lief stets in diesen Raum zurück, so dass eine gleichmässige Temperatur kaum zu erhalten war. Ebenso wenig konnte bei abgeleitetem Förderwasser aus den Saugehöhen in gleichen Zeiten ein Schluss auf die geförderte Menge gemacht,

*) Nach Mittheilung des Hrn. Behrens hat dieser Versuch deshalb für die Dampfpumpe so sehr ungünstige Resultate ergeben, weil dies eine Speisepumpe war, welche construirt ist, um gegen hohen Druck zu arbeiten, und welche hier ohne alle Druckhöhe auf grosse Leistung forcirt wurde.

oder der Wasserstand durch die sonst vorhandenen Mittel auf gleicher Höhe erhalten werden. Auch die Bestimmung des verdampften Wassers ergab bei den bestehenden Anlagen unerwartete Schwierigkeiten.

So bereitwillig Hr. Möller auch alle Abänderungen vornahm, ja sogar selbst Einrichtungen traf, welche ich, ohne unbescheiden zu sein, gar nicht beanspruchen wollte, so durfte ich demselben doch unmöglich das Ansinnen stellen, für die Pulsometerproben seine Fabrik umzubauen.

Ich musste mich deshalb damit begnügen, das Allernöthigste durch Versuche festzustellen.

Die ersten Proben wurden am Sonntag den 3. December vorgenommen. Dieselben ergaben einen so grossen Dampfverbrauch, dass das einfache Ablesen am Wasserstande bei dem geneigt liegenden Kessel als ungenau erachtet werden musste. Es wurde jedoch constatirt, dass von Pulsometer No. III bei 2,4 Atm. Kesseldruck und 100 Pulsationen pro Minute in zwei Versuchen durch einen Lufthahn pro Pulsation etwa $\frac{1}{40}$ Liter Luft angesogen wurde.

Inzwischen wurden einige genauere Saugeproben angestellt. Ein getheiltes Literglas wurde mit einem besonders gefertigten Verschluss derart um den Hals eines Luftventils gedichtet, dass dieses aus dem Glase saugen musste, ohne am Spielen behindert zu sein. Dieses Glas stand durch mehrere heberförmige Bleirohre mit einem anderen Gefässe in Verbindung, welches mit Wasser gefüllt immer so hoch gehalten wurde, dass die Differenz der Wasserniveaus den Reibungswiderstand eben aufhob.

Die erste Saugeprobe erfolgte mit einem Pulsometer No. IV mit Gummiklappen bei $1^{m},30$ Saugehöhe. Temperatur des Saugewassers 14° C. 84 Pulsationen pro Minute und bei 40 bis 30^{cm} Vacuum; Druck 1,2 bis 1,1 Atm. im Pumpraum. 1 Luftventil zog bei 21 Doppelpulsationen 1^{l} Luft.

Die zweite Saugeprobe wurde mit demselben Pulsometer angestellt bei $1^{m},3$ Saugehöhe und nur 64 Pulsationen, einer Temperatur im Saugerohr von 20° C. und 65 bis 60^{cm} Vacuum, Druck 1,5 Atm. im Pumpraum. Ein Luftventil zog in 16 Doppelpulsationen 1^{l} Luft. Es entspricht dies in beiden Fällen 2^{l} Luft pro Minute.

Das kräftige Vacuum bei dem letzten Versuche bei wenig Pulsationen lässt sich nach später gemachten Erfahrungen nur durch ein aussergewöhnliches Hemmniss an der Saugeleitung, als verstopfter Saugekorb u. s. w. erklären.

Am 9. December nahm ich behufs Ermittelung der Luftmischungen in den Pulsometern die ersten Ausströmeversuche vor. Die Wasserstandsgläser an dem Pulsometer No. IV hatten die Hubhöhe von 155 bis 165^{mm}, welche ich bei meinen ersten Mittheilungen berechnete, bestätigt. Bei dem Pulsometer No. III wurde durch die Schlussschraube der Manometerrohr-Oeffnung ein kleines Bleirohr hinab geführt, und an diesem vorab durch den Wasser- oder Dampfaustritt die Hubhöhe auf 80 bis 90^{mm} festgestellt. Da die bleibende freie Höhe von oben für beide Pulsometer fast dieselbe ist, so nahm ich die Ausströmeversuche nur bei einem Pulsometer No. III vor. Ein getheiltes Literglas wurde mit Wasser gefüllt umgekehrt in einem Gefässe gehalten, während ein biegsames Bleirohr von 3^{mm} Weite, von verschiedenen Tiefen des einen Pumpraumes ausgehend, S förmig unter das Glas geführt war, dessen Wasserniveau mit dem äusseren auf gleicher Höhe blieb. Das Ende des Bleirohres unter dem Glase trug ein Lippenventil, welches ausstiess, aber nicht ansaugte. Der Dampf condensirt sich im Wasser, während die Luft das Wasser aus dem Glase verdrängte. Es ist dabei angenommen, dass bei sonst gleichen Verhältnissen die Gesammtmenge jedes Dampf- und Wasserstosses dieselbe bleibt.

Das Pulsometer ergab bei 104 Pulsationen in einer Tiefe 200^{mm} unter dem Kugelsitze etwa 25^{mm} über dem höchsten Wasserstande in 36 Pulsationen des rechtsseitigen Pumpraumes oder in 42 Secunden 1^{l} Luft; ganz oben bei abnehmend 108 bis 92 Pulsationen füllte sich 1^{l} in 340 einseitigen Pulsationen oder in 450 Secunden; 80^{mm} von oben ein wenig unter dem Luftventil bei im Mittel 80 Pulsationen, kamen auf 1^{l} Luft 172 einseitige Pulsationen oder 260 Secunden.

Es ist hierbei zu beachten, dass der Wasserspiegel auf- und abschwingt, und demnach bei der tiefsten Rohrstellung jeder Dampfstoss, anfangs mindestens 105^{mm} und zuletzt 25^{mm} über der Wasserfläche entnommen ist, also nicht das Luftvolumen in 25^{mm} über der Wasserfläche ergiebt.*)

Bei den am gleichen Tage angestellten Versuchen über die Leistung der Pulsometer wurde das Speisewasser derart gemessen, dass nach jedem Versuch bei abgesperrtem Kessel der Wasserstand unter gleichem Dampfdruck auf eine bestimmte Marke gebracht wurde. Das Speisewasser wurde einem nach 5^{l} eingetheilten Gefässe entnommen.

Die bei diesen Versuchen gewonnenen Resultate über den Dampfverbrauch erwiesen sich indessen, infolge erst später aufgefundener Störungen in der Dampfleitung als wenig werthvoll, so dass von einer Mittheilung derselben hier abgesehen werden mag.

Während dieser Proben wurden mehrfach Indicator-Diagramme aufgenommen. Da das Spiel des Indicators mit dem Hubwechsel im Pulsometer in keiner Art in Verbindung zu setzen war und der Papiercylinder von Hand gedreht werden musste, so haben die Diagramme nur einen begrenzten Werth.

Ebenso wenig gestatteten die am folgenden Tage in Gegenwart von zahlreich anwesenden Spitzen und

*) Um die Art der Luftzunahme von oben nach unten zu bestimmen, müssten gleichzeitig, sofort nach Stillstand des Apparates in verschiedenen Höhen des Pumpraumes Quantitäten des Gemenges entnommen werden und bei jedem das Verhältniss der Dampfmenge zur Luftmenge durch genaues Abwiegen des condensirten Wassers und gleichzeitiges Messen der Luftantheile bestimmt werden. Solche Versuche müssten aber mit allen nöthigen Instrumenten in einem Laboratorium vorgenommen werden.

Vertretern hiesiger Behörden und Eisenbahn-Gesellschaften sowie Mitgliedern des Bezirksvereines vorgeführten Proben das Anstellen genauerer Versuche über den Dampfverbrauch. Neben der an den Wasserstandsgläsern des Pulsometers No. IV zu beobachtenden Hubhöhe von höchstens 165^{mm}, welche in der Zeichnung Fig. 1 nach Mass eingetragen ist, war jedoch Gelegenheit geboten, die Luftsauge- und Ausströmeversuche sowie das Spiel des Mano-Vacuummeters und die Indicatorversuche zu beobachten.

Bei diesen Versuchen zog Pulsometer No. IV durch ein Luftventil bei 3 Atm. Kesseldruck und 62 Pulsationen pro Minute zuerst in 20 Pulsationen 1^l Luft, dann in 17 Pulsationen $0^l,9$, so dass sich fast wie bei früheren Proben pro Pulsation rund $\frac{1}{20}^l$ ergab.

Pulsometer No. III stiess in einer Tiefe von 200^{mm} unter dem Kugelsitz in 36 Pulsationen 1^l Luft aus, während es in einer Tiefe von 80^{mm} in 80 Pulsationen nur $\frac{3}{20}^l$ gab, also 1^l erst in 533 Pulsationen. Es ergiebt dies das Verhältniss 1 : 15. Da jedoch bei kurzem Rohre die Bleirohrdichtung ein wenig blies, so wurde auch ein Versuch vorgenommen mit Pulsometer No. IV.

Hier stiess das Rohr bei 200^{mm} Tiefe in 32 Pulsationen 1^l Luft aus und bei 80^{mm} Tiefe unter dem Kugelsitze in 120 Pulsationen nur $\frac{1}{4}^l$. Demnach ist das Verhältniss hier ebenfalls 1 : 15.

Um die Uebelstände, die sich aus der gemeinschaftlichen Dampfentnahme aus dem Kessel der Fabrik ergeben hatten, zu vermeiden, wurde bei den nächsten Versuchen der Kessel einer besonders aufgestellten 8pferdigen Locomobile direct mit einem Pulsometer No. IV mit Gummiklappen in Verbindung gesetzt, auf welches sich von jetzt ab die Leistungsversuche beschränkten.

Es wurde ferner die Einrichtung getroffen, dass das hoch geförderte Wasser durch einen Schlauch direct auf die Versuchsstelle zurückgeführt und hier in einem Reservoir von $0^{cbm},5$ Inhalt gemessen werden konnte. Auch die Füllung der Locomobile wurde gemessen in der Absicht, das verdampfte Wasser durch das Speisewasser und nachträgliches Ablassen des verbleibenden Inhaltes zu bestimmen. Diese Absicht wurde auch diesmal unausführbar, da es nicht möglich war, das Pulsometer sofort und andauernd in gleichmässigem Betriebe zu halten. Die Bronzesterne in den Saugeröhren, welche die Gummiklappen unterstützen sollen, erwiesen sich als im Durchmesser zu klein, so dass sich die Klappen in den Zwischenraum hineinzogen, und die Stege den Gummi durchschnitten. Dies war mehrfach Veranlassung zu Unterbrechungen. Die Sterne sind später grösser genommen wie in Fig. 4 bis 6 gezeichnet ist, wodurch andererseits die Durchflussöffnung sehr verengt wird. In Voraussicht solcher Unterbrechungen hatte ich am Wasserstandsglase eine von 10 zu 10 Liter durch Einfüllen, Ablassen und nochmaliges Einfüllen bestimmte Scala angebracht. Gemessen wurde mit einem enger getheilten Massstabe, an dem die gleichen Volumina als Abscissen, die Wasserstandshöhen als Ordinaten aufgetragen und durch eine Curve begrenzt waren. Ich bin der Ansicht, dass bei abgeschlossenem Kessel, bei gleicher Dampfspannung und gleichem Wasserstande auch der Inhalt des Kessels ziemlich derselbe sein muss, wenn man die Vorsicht gebraucht, nach Abschluss aller Dampfwege eine zeitlang zu warten und sich am Manometer und Wasserstande zu überzeugen, dass eine starke Steigerung der Spannung und ein Aufwallen des Wassers nicht vorhanden ist. Der Unterschied kann niemals ein grosser, entscheidender sein. Sollte die im Speisewasser enthaltene Luft, durch ihr Entweichen das Wasservolumen verkleinern, wie man dies nach den folgenden Resultaten glauben sollte, so würde beim Rückschlusse aus der ganzen eingefüllten Wassermenge und dem ganzen verbleibenden Reste auf den Wasserverbrauch, sich ein Fehler entsprechend dem Luftverluste der Gesammtfüllung ergeben, während beim Ablesen am Wasserstande dieser Fehler sich nur auf das verbrauchte Wasser erstreckt. Um hier sicher zu gehen, müsste nur bereits abgekochtes Wasser verwendet werden.

Von der ganzen Versuchsdauer von 2 Stunden 53 Minuten sind nur drei Perioden von 13, 57 und 48, zusammen 118 Minuten als Arbeitszeit und der Rest auf Verluste bei kurzen Versuchen und im Stehen zu rechnen, wobei immer etwas Wasser durch Ueberdestilliren und leichtes Blasen der Ventile auch bei sonst dichtem Kessel verloren geht. Der Versuch wurde mit 4 Atm. Kesselspannung angefangen, welche bis $2\frac{1}{2}$ Atm. auf und ab schwankte. Der Wasserstand nach jeder Arbeit und Pause wurde mit Angabe der betreffenden Spannung genau notirt, und die entscheidenden Beobachtungen über den Wasserverbrauch stets bei $3\frac{1}{2}$ Atm. Spannung angestellt. Nach diesen Notizen, welche je auf die Volumenänderung bei der letzt genannten Spannung mit Rücksicht auf die Ausdehnung des Eisens umgerechnet wurden, habe ich den Verbrauch in jeder Arbeitsperiode und Pause berechnet. Die Rechnung ergab einen Gesammtverbrauch von $264^l,44$ von rund 140^0 C. oder 249^l von 9^0 C. Es fehlten demnach an der ursprünglichen Füllung bei Ende des Versuches 38^l von 140^0 oder etwa 36^l von 9^0 C. der Speisewassertemperatur, was auch mit der Wirklichkeit stimmte. Die kalte Speisung bis zum gleichen Wasserstande betrug $10 + 4 . 50 + 36 = 246^l$ von 9^0 C. Für Verluste im Stehen und bei kurzem Ansetzen wurden $27^l,02$ von 140^0 oder rund 26^l von 9^0 C. berechnet, bleiben 220^l für die Arbeitszeit. Rechnet man nach den gemachten Beobachtungen für zweimaliges Anwärmen nach längerem Stillstande und sonst etwa vorhandene Verluste, welche vorstehend nicht mitberechnet sind, reichlich gerundet 10^l ab, so verbleibt ein Dampfverbrauch von rund 210^k bei 118 Arbeitsminuten oder pro Stunde $106^k,8$. Die Zahl der Pulsationen wechselte zwischen 92 bis abnehmend auf 66, dann wieder bis 72 Pulsationen bei 13 bis 20^0 C. Saugewassertemperatur und entsprechendem Druckwechsel im Pumpraum von 40^{cm} Vacuum und 0,9 Atm. Druck bis 45^{cm} Vacuum und 1,1 Atm.

Druck. Bei der letzten Arbeitsperiode wurden versuchsweise die Luftventile geschlossen. Die Zahl der Pulsationen steigerte sich von 72 auf 88. Der Druckwechsel betrug 35^{cm} Vacuum bis 0,8 Atm. Druck. Dabei steigerte sich die Leistung von 205^{l} auf 316^{l} pro Minute und nahm bei offenen Hähnen wieder auf 70 Pulsationen und 244^{l} pro Minute ab, während die Leistung anfangs bei Wasser von 13^{0} C. bei 110 Pulsationen 375^{l} und bei 20^{0} C. nur 357^{l} pro Minute ergeben hatte. Die Wassererwärmung wurde beobachtet anfangs $2\frac{1}{2}^{0}$ C., dann $2\frac{1}{4}^{0}$ C., $2\frac{3}{4}^{0}$ C. und ganz zuletzt bis 4^{0},3 C. (32 bis 36^{0},3 C.). Das Wasser wurde bis kurz vor Ende durch Zusetzen von Eis zwischen 13 und 20^{0} C. gehalten. Die mittlere Saugehöhe betrug 2^{m},37, die Druckhöhe 5^{m},13, also Förderhöhe 7^{m},5. Die mittlere Leistung berechnet sich zu höchstens 330^{l} pro Minute oder 5^{l},5 pro Secunde auf 7^{m},5 gehoben = 41^{mk},25 oder 0,55 Pferdest.

Der Dampfverbrauch pro Pferdest. und Stunde ist 194^{k}; 1^{k} Dampf lieferte also 185^{l} Wasser. Danach beträgt die theoretische, mittlere Erwärmung 3^{0},3 C., was auch mit den Beobachtungen fast stimmt.

Am folgenden Tage sind die Proben fortgesetzt, und es ist dabei die ganze Leistung in zwei Reservoirs von je 1^{cbm} Gehalt gemessen, welche abwechselnd gefüllt und entleert wurden. Bis 4 Uhr 52 Minuten Nachmittags gelang es nicht, einen dauernden Betrieb zu erzielen, da die Gummiklappen sich durchschlugen. Ein Pulsometer mit Kugeln auf die Stelle genommen, versagte ebenfalls, dann wieder eines mit Gummiklappen. Der Grund lag an einer Verstopfung des Saugekorbes, bei welcher ein Vacuum bis 50^{cm} und bis 1,4 Atm. Druck im Pumpraum beobachtet wurden. Bei abgenommenem Saugekorbe gelang es, in 68 Minuten 17^{cbm} Wasser zu schaffen. Es waren anfangs wegen zu schneller Füllung, gegenüber der Entleerung der Reservoirs, drei kurze Unterbrechungen nöthig von zusammen 6 Minuten, welche zu Gunsten des Nutzeffectes bei der Leistung ab- und beim Dampfverbrauche mitgerechnet werden sollen. Das Pulsometer arbeitete langsam zuerst mit 72, zuletzt mit 68 Pulsationen pro Minute, wobei die Leistung kleiner, der Nutzeffect jedoch grösser wird. Das Saugewasser erwärmte sich während des Versuches von 13 auf 26^{0} C., obschon mit Eis gekühlt wurde. Die Wassererwärmung stieg von anfangs $2\frac{1}{2}$ auf später 3^{0},15 C. Der Dampfdruck im Kessel wurde möglichst auf $3\frac{1}{2}$ Atm. erhalten. Das Vacuum-Manometer spielte fast beständig zwischen -30^{cm} und 0,9 Atm. Dabei war die mittlere Leistung 272^{l} pro Minute oder 4^{k},54 pro Secunde auf 7^{m},0 Höhe (1^{m},85 mittlere Saugehöhe und 5^{m},15 Druckhöhe) gehoben, also 31^{mk},78 oder 0,425 Pferdest.

Das gebrauchte Speisewasser berechnet sich, nach dem Wasserstande beobachtet, zu 50^{l} Füllung und 40^{l} fehlend am Wasserstande oder 90^{l}. Es wurden jedoch noch 50^{l} zugepumpt, bis der ursprüngliche Wasserstand erreicht wurde, und es schwoll dieses Wasser bis zur absichtlich erzeugten Dampfentwickelung fast gar nicht an. Die Erwartung, dass der Wasserstand im kalten Zustande 10^{l} entsprechend höher stehen würde, traf nicht ein, vielmehr zeigte derselbe noch weitere 20^{l} Verlust bei absolut dichtem Kessel. Obschon das angenommene normale Wasserquantum zweimal bis $3\frac{1}{2}$ Atm. Spannung erhitzt, sich um genau 60^{l} ausdehnte, schwanden hier 80^{l} beim Erkalten. Es ist hier nur möglich, dass wenn nicht Dampf oder Wasser über Nacht abgelassen wurde, der Luftverlust das Wasser schwinden macht. Auch könnte ein hohler Raum, etwa der Druckventil-Kasten der Maschinenpumpe oder das Admissionsrohr zur Locomobilmaschine sich bei bestimmtem Wasserstande gefüllt und das Wasser später zurückgehalten haben.

Unzweifelhaft wurden aber mindestens 90^{k} Wasser in $68\frac{1}{2}$ Minuten verdampft. Dies ergiebt pro Pferdestärke und Stunde 185^{k} Dampfverbrauch oder 1^{k} Dampf lieferte 207^{k} Wasser. Die theoretische Erwärmung beträgt dabei 2^{0},9 C., also nur wenig mehr als die mittlere Beobachtung.

Das günstigste Resultat mit demselben Pulsometer, welches in Wilhelmshaven erreicht wurde, zeigte durch 1^{k} Dampf von 4 Atm. Spannung 219^{k} Wasser auf 10^{m},18 Höhe gehoben. Die Wassermenge ist fast die gleiche, nur erlaubte die grössere Saugehöhe, das Vacuum besser auszunutzen, so dass bei einer Leistung von 0,373 Pferdest. pro Pferdestärke und Stunde nur 121^{k} Wasser verdampft, jedoch hier auf 4 Atm. erhitzt wurden. Ein weiterer Vortheil ist in der gleichen niedrigen Temperatur des Saugewassers zu finden. Die theoretische Erwärmung ermittelt sich hier zu 2^{0},8 C., gemessen wurden 2^{0},89 C. Eine gleiche Uebereinstimmung zeigen fast alle dortigen Versuchsresultate, so dass dieselben als sehr genau zu erachten sind.

Dagegen liegen Versuchsresultate der Berlin-Hamburger Eisenbahn mit dem Pulsometer No. IV vor, von denen ein Gleiches nicht angenommen werden kann. Nach denselben lieferte ein Pulsometer No. IV nur 76^{l} Wasser pro Minute bei 4^{m},75 Saugehöhe, 25^{m} horizontaler Saugeleitung, 4^{m},90 Druckhöhe und 1^{m} horizontaler Druckleitung, also auf zusammen 9^{m},65 Förderhöhe und, mit Rücksicht auf die horizontale Leitung, 10^{m},50 Widerstandshöhe. Die Leistung pro Secunde ist 13^{mk},3 oder 0,178 Pferdest., während alle anderen Versuche für dieses Pulsometer 0,375 bis 0,55 Pferdest. ergeben. Wenn nun auch eine derartige horizontale Leitung sehr ungünstig auf den Gang des Pulsometers wirken kann, so ist doch auch die dortige Leistung der Dampfpumpe eine verhältnissmässig kleine; 150^{k} Wasser pro Minute auf gleiche Höhe gefördert, entsprechen 26^{mk},25 pro Secunde oder 0,35 Pferdest., so dass die Dampfpumpe durch die diesseits ausgeführten Pulsometerversuche schon übertroffen wäre. Der Verbrauch an Braunkohlen stellt sich bei dem Pulsometer auf das 1,9 fache desjenigen der Pumpe, welches Resultat wol nicht zu gross ist. Bei der unbestimmten Heizkraft der Braunkohlen ist die Wasserverdampfung behufs Gegenüberstellung mit den anderen Resultaten nicht genau zu ermitteln.

Zum Vergleiche mit unseren Versuchen sei noch der Dampfverbrauch einer gewöhnlichen doppeltwirkenden Dampfpumpe von ½ Pferdest. Effectivleistung angegeben; dieselbe beträgt pro Stunde 33^k Dampf von 3½ Atm. Spannung bei einer Wasserförderung von 330^k pro Minute auf 7^m Höhe. Es hebt also 1^k Dampf 660^l Wasser, welche er auf 1° C. zu erwärmen vermag.

So lange ein Pulsometer neuerer Construction das Förderwasser mehr als 1° C. erhitzt, verwendet es mehr Dampf als eine Dampfpumpe, und so lange die Erhitzung 2 bis 2°,5 C. übersteigt, ist eine Verbesserung gegenüber dem Hall'schen Pulsometer nicht erreicht.

Die Schlussfolgerung aus den Resultaten der Versuche auf die Wirkung des Pulsometers ist kurz folgende.

Der nachgewiesene kleine Hub macht die Erklärung des Erfinders, dass der verjüngte Querschnitt des Pulsometers die Condensation behindere, haltlos; dies geschieht vielmehr durch die Zwischenlage von Luft als schlechten Wärmeleiter. Die letztere bildet gleichsam einen Luftkolben, welcher durch das Ausströmen an der Drucköffnung durchbrochen wird. Der Luftzutritt durch ein Ventil in einen Pumpraum beträgt pro Pulsation bei rund 2^m,5 Saugehöhe und 5^m Druckhöhe beim Pulsometer No. III $\frac{1}{40}$^{l} und bei dem No. IV $\frac{1}{20}$^{l} bei regelmässigem Betriebe; die directe Brechung des Vacuum ist demnach nur unbedeutend. Bei dem kleinen Hube, der geringen Endgeschwindigkeit des Wassers beim Hubende und dem grossen verbleibenden Dampf- und Wasservolumen kann von einem Wasserstosse und bei irgend erheblicher Saugehöhe auch von einer Compression, welche die Kugel allein umsteuert, nicht die Rede sein. Es geschieht dies in erster Linie durch die Strahlkraft des Dampfes beim Eintritt der Condensation auf der geöffneten Seite; nur ist es dabei nöthig, dass gleichzeitig das Vacuum auf der geschlossenen Seite sein Minimum erreicht hat oder in eine schwache Compression übergegangen ist. Luft wird beim Hall'schen Pulsometer immer eingelassen, um die Condensation während der Druckperiode zu verhindern. Bei kleiner Saugehöhe und grosser Druckhöhe ist mehr Luft zuzulassen, um die Saugeperiode zu verlängern und die Druckperiode abzukürzen. Bei grosser Saugehöhe und kleiner Druckhöhe wird die Luft auf das kleinste Mass beschränkt werden. Sie dient demnach nicht nur zum Brechen des Vacuum, welches in letzterem Falle immer grösser bleiben muss. Das Verhältniss der Saugehöhe zur Druckhöhe und die Zahl der Pulsationen sind von grossem Einfluss auf den Nutzeffect. Eine kleine Oeffnung von 6^{mm} Durchmesser in der Scheidewand der Pumpräume dicht über den Saugeventilen, welche erst später angebracht wurde, soll wol das Ansaugen erleichtern, indem bei ganz entleertem Pulsometer zuerst Dampf aus dem offenen nach dem geschlossenen Pumpraum überströmt. Ist im ersteren Wasser angesaugt, so entsteht im Nebenraum schon eine Dampfverdünnung, welche beim nächsten Dampfstosse durch das übertretende kalte Wasser in Condensation übergeht, so dass schon in dem geschlossenen Pumpraume Wasser und Vacuum vorhanden sind, ehe die Kugel gewechselt hat. Während des Betriebes kann die Oeffnung einen Ausgleich bei unregelmässigem Functioniren der beiden Pumpräume erzeugen, muss jedoch zu stetigen Verlusten führen. Der Dampfverbrauch ist noch, einzelne besonders günstige Arbeitsperioden ausgeschlossen, mindestens doppelt so gross als bei einer Dampfpumpe.

Die weiteren Entwickelungen und die Gründe des grossen Dampfverbrauches möchte ich erst mittheilen, wenn ich auch die Mittel zur Abhilfe beifügen kann, und soll dies einer späteren Veröffentlichung vorbehalten bleiben.

Vermischtes.

Ueber die Wahl des Querschnittes der Blitzableiter.

Von Dr. Nippoldt.

(Vorgetragen in der Versammlung des Frankfurter Bezirksvereines vom 8. November 1876.)

Der Irrthum, welcher bisher bei der Construction fast aller Blitzableiter begangen worden ist, rührt zum grossen Theil von den Vorschriften her, welche in dem Werke von Kuhn: „Die angewandte Elektricitätslehre", (erschienen in Karsten's „Encyclopädie der Physik") gegeben sind. In diesem Buche giebt Kuhn an, dass für gewöhnlich eine Eisenleitung von 64 Pariser Fuss mit 6 Pariser Linien Durchm. genüge, bei grösserer Länge müsse der Querschnitt vergrössert und bei Anwendung anderer Metalle, wie Kupfer, Platin, Blei, dem specifischen Widerstand proportional verändert werden. Warum alle Blitzableiter dieselbe Leitungsfähigkeit haben sollen, wie beiläufig 0,01631 S. E., wird von Kuhn in dem betreffenden Werke nicht angegeben. Die Gründe für und gegen diese Vorschriften sollen hier erörtert werden.

Wenn eine mit Elektricität geladene Gewitterwolke über der Erde schwebt, so verursacht sie auf der Oberfläche der letzteren eine Anhäufung der entgegengesetzten Elektricität durch Influenz. Bei vollkommen ebenem Terrain ist die erzeugte Spannung gering, sie wächst aber da, wo hervorstehende Gegenstände vorhanden sind. Der einsame Schäfer auf dem Felde, ein Haus, Thürme, sind solche Objecte, in welcher die Spannung der influirten Elektricität leicht bis zum Blitzschlag sich steigern kann.

Der Blitzschlag ist ein Ausgleich der beiden Elektricitätsarten, seine Form richtet sich theils nach der Bodenbeschaffenheit, theils nach der Form der Wolke und theils nach der Feuchtigkeitsvertheilung der Luft, und man unterscheidet besonders Flächenblitze und sogenannte Zickzackblitze.

Die zerstörendsten Wirkungen eines Blitzschlages sind nun die thermischen, aus diesen lassen sich leicht die mechanischen erklären, während die magnetischen und physiologischen bei der Construction von Blitzableitern nur untergeordnete Bedeutung haben.

Der Blitzableiter hat zwei Bedingungen zu erfüllen:

1) soll er den Blitz zwingen, durch sich seinen Weg zum Erdreich zu nehmen;
2) soll er gegen die Wärmewirkungen genügend geschützt sein.

Wie man der ersten Bedingung genügt, soll ein anderes Mal gezeigt werden. Hier handelt es sich besonders um die zweite Bedingung, welche sich auf den zu wählenden Querschnitt der Leitung bezieht.

Die in einem Leiter für Elektricität entwickelte Wärmemenge hängt bekanntlich ab von der Intensität des Stromes und dem Widerstande des Leiters. Bezeichnen wir mit W die entwickelte Wärmemenge, mit J die Intensität der Entladung und mit R den Widerstand der Leitung, so ist

$$W = J^2 R.$$

Diese Gleichung enthält das Resultat, welches wir suchen, nämlich die Grösse des Querschnittes der Blitzableiter, und dieses Resultat entwickelt sich nun wie folgt:

Bezeichnen wir mit

l die Länge der Leitung,
q den zu findenden Querschnitt derselben,
s das specifische Gewicht,
w die specifische Wärme,
r den specifischen Widerstand der Leitung,
M die Masse desselben,
T die Temperatur,

so ist nach den Gesetzen der Elektrodynamik

$$R = \frac{l}{q} r \quad \text{also} \quad W = J^2 \frac{l}{q} r.$$

Eine Masse M, welche durch die Wärmemenge W erwärmt wird, erfährt aber eine Temperaturerhöhung von

$$T = \frac{W}{M \cdot w},$$

und da $M = l \cdot q \cdot s$, so wird

$$T = \frac{W}{l \cdot q \cdot s \cdot w}.$$

Setzt man für W seinen Werth, so erhält man

$$T = \frac{J^2 \cdot r}{q^2 \cdot s \cdot w},$$

woraus ersichtlich, dass die durch die Blitzintensität J erzeugte Temperaturerhöhung von der Länge l der Leitung ganz unabhängig ist.

Es ist ja klar, dass es bei der Construction eines Blitzableiters nicht auf die entwickelten Wärmeeinheiten, sondern nur auf die erreichte Temperatur ankommt, und in dieser Hinsicht stellt sich die folgende Bedingung für die richtige Construction der Leitung:

Die Temperatursteigerung soll nicht über ein gewisses Mass hinausgehen, so dass weder die Leitung noch ihre nächste Umgebung Schaden leidet. Mit anderen Worten das Temperaturmaximum ist als eine Constante zu bezeichnen, welche durch das erfahrungsmässige Maximum der Blitzintensität J in einer rundeisernen Leitung von 6 Linien Durchm. erreicht wird. Hieraus ergiebt sich sofort der Querschnitt einer Leitung aus anderem Metall. Es ist die Gleichung für Eisen:

$$\frac{T}{J^2} = \frac{r}{q^2 \cdot s \cdot w}$$

und für ein anderes Metall

$$\frac{T}{J^2} = \frac{r'}{q_{\prime}^2 \cdot s_{\prime} \cdot w_{\prime}},$$

woraus

$$\frac{q_{\prime}^2}{q^2} = \frac{s \cdot w}{s_{\prime} \cdot w_{\prime}} \cdot \frac{r'}{r} \quad \text{und} \quad \frac{q_{\prime}}{q} = \sqrt{\frac{s \cdot w}{s_{\prime} \cdot w_{\prime}}} \cdot \sqrt{\frac{r'}{r}},$$

und es ergiebt sich, wenn für

	Spec. Wärme	Spec. Gewicht	Spec. Widerstand
Eisen .	0,1138	7,75	0,0936
Kupfer .	0,0951	8,95	0,0162
Blei . .	0,0314	11,35	0,199
Platin .	0,0324	21,54	0,0918

gesetzt wird, der Querschnitt der übrigen Metalle, da Eisen bei 6 Linien Durchm. = 144 qmm giebt,

für Kupfer = 60 qmm
- Blei = 320 -
- Platin = 156 - ;

während Kuhn angiebt

für Kupfer = 24 qmm
- Blei = 290 -
- Platin = 134 -

Für Kupfer, welches hauptsächlich an Stelle der Eisenleitung verwendet wird, stellt sich der Unterschied der Werthe nach der neuen und der Kuhn'schen Formel am bedeutendsten heraus. Da man im Handel selten reines Kupfer erhält, so dürfte der angenommene Widerstand des Kupfers zu dem des Eisens nämlich 0,1643 viel zu klein sein, denn nach den Beobachtungen von Matthiesson bewirkte eine Verunreinigung von nur 0,5 pCt. durch Eisen eine Vergrösserung des Widerstandes um das Dreifache.

Man sollte also nur solches Kupfer verwenden, welches höchstens 2 pro Mille Eisengehalt hat, und dann den specifischen Widerstand zu $\frac{1}{4}$ von dem des Eisens annehmen, woraus sich ein Querschnitt von 70 qmm ergiebt, und nicht wie Kuhn vorschreibt 28 qmm,8.

Zu bemerken ist noch, dass, weil die Temperaturerhöhung von der Länge der Leitung unabhängig ist, man die Formel auf einzelne Theile einer Leitung anwenden kann.

Meistens besteht ein Blitzableiter aus mehreren Metallen und ein besonders wichtiger Punkt ist die Spitze der Auffangsstange, welche thörichter Weise sehr oft aus Platin und zwar in ganz dünn ausgezogener Form verwendet wird, oft nur 3 oder sogar 2 mm stark. Diese Spitzen haben also einen Querschnitt von 7,07 bezw. 3 qmm,14, während er nach unserer Formel 156 sein sollte. Dem Quadrate dieses Verhältnisses $\frac{156}{7{,}07}$ bezw. $\frac{156}{3{,}14}$ ist die Temperatursteigerung proportional, d. h. 2500 bezw. 500 mal grösser als in einer Eisenleitung von 6 Linien Durchmesser. Wenn also die Erwärmung der letzteren durch einen Blitzschlag nur 4° C. betragen würde, so müsste die Platinspitze schon schmelzen.

Ueber das Bifilar-Hygrometer von Professor Dr. W. Klinkerfues.

Von Dr. Nippoldt.

(Vorgetragen in der Versammlung des Frankfurter Bezirksvereines vom 8. November 1876.)

Die Messung der Luftfeuchtigkeit, sowol der relativen als der absoluten, ist für den Laien mit mehr oder weniger grossen Schwierigkeiten verbunden. Das Daniell'sche und Regnault'sche Hygrometer bedürfen eines sehr geübten Beobachters; das Saussure'sche lässt sich nicht gut in justirtem Zustande versenden, das August'sche Psychrometer macht eine weitschweifige Berechnung nothwendig und ist ausserdem bei Temperaturen unter Null unzuverlässig. Prof. Klinkerfues hat im Jahre 1875 ein Hygrometer construirt, welches vor den genannten den Vorzug hat, dass es äusserst bequem zu beobachten ist, sich in justirtem Zustande auf jede Entfernung versenden lässt und alle Rechnung überflüssig macht. Dasselbe ist ein Haarhygrometer, hat aber mit dem Saussure'schen nur die Benutzung des Menschenhaares gemein. Die ganze übrige Construction ist eine von den obengenannten völlig abweichende und hat sich aus dem Grundgedanken entwickelt, für Messungen der Feuchtigkeitsgrade der Luft dasselbe Hilfsmittel zu benutzen, welches Gauss für die Messungen der Aenderung in der Intensität des Erdmagnetismus in die Physik eingeführt hat, nämlich die bifilare Aufhängung eines Körpers mit dem Unterschiede, dass die dort vom Magnetstab ausgeführte Directionskraft hier durch eine andere ersetzt worden ist. Sehr überraschend ist an dem Instrumente der Umstand, dass die Scala für die relative Feuchtigkeit, deren Theile bekanntlich bei dem Saussure'schen Hygrometer für feuchte und für trockene Grade sehr verschiedenen Werth haben, hier gleichartig ausfallen, trotz der für gleiche Zunahme der relativen Feuchtigkeit bei verschiedenen Procentsätzen sehr ungleichen Verlängerung des Haares.

Nach den Bestimmungen von Gay-Lussac haben die Saussure'schen Hygrometergrade folgenden Werth der relativen Feuchtigkeit:

0^0 =	0,00	relative Feuchtigkeit.
10^0 =	4,57	- -
20^0 =	9,45	- -
30^0 =	14,78	- -
40^0 =	20,78	- -
50^0 =	27,79	- -
60^0 =	36,28	- -
70^0 =	47,19	- -
80^0 =	61,22	- -
90^0 =	79,09	- -
100^0 =	100,00	- -

Die Zahl der Saussure'schen Grade ist der Verlängerung des Haares durch Feuchtigkeit proportional, und man sieht aus der Tabelle, wie der betreffende Ausdehnungscoefficient mit dem Procentsatz relativer Feuchtigkeit sich ändert. Klinkerfues hat nun gefunden, dass die der Ausdehnung proportionale Zahl der Grade des Saussure'schen Hygrometers, welche mit y bezeichnet werden mag, sich durch folgende Formel als Function des Feuchtigkeitsprocentes näherungsweise ausdrücken lässt:

$$y = 127{,}19 - 46{,}039 \operatorname{cotg} (0^0{,}4007 \,.\, p + 19^0{,}63)$$

Der Unterschied zwischen Rechnung und Beobachtung ergiebt dann folgende Werthe:

für 0^0	+ 0,68 pCt.	für 60^0	+ 0,63 pCt.
- 10^0	0,00 -	- 70^0	+ 0,72 -
- 20^0	— 0,44 -	- 80^0	+ 0,32 -
- 30^0	— 0,50 -	- 90^0	— 0,63 -
- 40^0	— 0,29 -	- 100^0	— 0,58 -
- 50^0	+ 0,11 -		

welche sämmtlich weniger als 1 pCt. betragen.

Die aufgestellte Gleichung ergiebt durch Differentiation nach p

$$dy = \frac{18{,}448\, dp}{\sin^2 (0^0{,}4007\, p + 19^0{,}63)}$$

wonach also der Ausgleichungscoefficient dem Quadrate von $\sin (0^0{,}4007\, p + 19^0{,}63)$ umgekehrt proportional ist. Diesem Umstande verdankt das neue Hygrometer seine Entstehung. Es soll nun gezeigt werden, dass der Zeiger des Instrumentes sich proportional dem Procentsatz der Feuchtigkeit dreht.

Man denke sich ein horizontales Stäbchen an zwei Haaren bifilar aufgehängt, gleichzeitig aber durch zwei andere Haare verhindert, ganz der Torsion bezw. der statischen Directionskraft der ersten Haare, welche es zu drehen strebt, sobald es aus seiner Gleichgewichtslage entfernt wird, nachzugeben. Die Ruhelagen, nach denen die sich entgegenwirkenden Torsionen streben, seien um den Winkel A verschieden, und es sei augenblicklich eine solche Ruhelage des Stäbchens vorhanden, dass der Torsionswinkel der oberen Fäden $= z$ ist; der der unteren ist also $A - z$.

Die Directionskraft der oberen Fäden lässt sich demnach ausdrücken durch $c' \sin z$ und die der unteren durch $c \sin (A - z)$, wobei die Coefficienten c und c' nur von der Länge, dem gegenseitigen Abstand und der Spannung der Haare abhängen. Soll sich das Stäbchen unter dem Einfluss beider Kräfte im Gleichgewicht befinden, so muss

$$c' \sin z - c \sin (A - z) = 0$$

sein oder durch einfache Umformung

$$\operatorname{cotg} z = \frac{c'}{c} \operatorname{cosec} A + \operatorname{cotg} A.$$

Werden durch Feuchtigkeit die Haare verlängert, so ändert sich auch $\frac{c'}{c}$ und damit der Winkel z. Durch Differentiation der letzten Gleichung erhält man

$$dz = - \operatorname{cosec} A \sin^2 z\, d\left(\frac{c'}{c}\right)$$

Da sowol dc wie auch dc' proportional ist der Verlängerung, welche das Haar durch die Zunahme von dp erfährt, so ist auch $d\frac{c'}{c}$ proportional dem Quotient $\frac{dy}{dp}$ d. h.

$$d\frac{c'}{c} = - \frac{K\, dp}{\sin (0^0{,}4007\, p + 19^0{,}63)^2},$$

in welcher Gleichung K eine Constante bedeutet. Substituirt man diesen Ausdruck in die vorige Gleichung, so erhält man:

$$dz = \frac{(K \operatorname{cosec} A) \sin^2 z\, dp}{\sin^2 (0^0{,}4007\, p + 19^0{,}63)}.$$

Durch Aenderung des Winkels A, der Länge des gegenseitigen Abstandes und der Spannung der Haare lässt sich für den Factor $K \operatorname{cosec} A$ der Werth 0,4007 herstellen, und ausserdem für irgend eine der Feuchtigkeit p_0 entsprechende Gleichgewichtslage, welcher der Torsionswinkel z_0 entspricht, die Bedingung

$$z_0 = 0^0{,}4007\, p_0 + 19^0{,}63$$

erfüllen. Wenn nun bei dieser Stellung eine unendlich kleine Aenderung der relativen Feuchtigkeit stattfindet, so ändert sich der Torsionswinkel z_0 um

$$dz = \frac{0{,}4007 \sin^2 (0^0{,}4007\, p_0 + 19^0{,}63)\, dp}{\sin^2 (0^0{,}4007\, p_0 + 19^0{,}63)} = 0{,}4007\, dp,$$

für die neue Gleichgewichtslage wird also

$$z_0 + dz = 0^0{,}4007\, p_0 + 19^0{,}63 + 0{,}4007\, dp =$$
$$= 0^0{,}4007\, (p_0 + dp) + 19^0{,}63$$

werden, welches die nämliche Gleichung ist wie die vorletzte. Es wird also auch für letztere die nämliche Bedingung erfüllt, und also auch für ein zweites, drittes u. s. w. Wachsthum von dp, d. h. für endliche Werthe von dp und damit für die ganze Scala.

Es ist also der Torsionswinkel des Stäbchens und eines mit ihm verbundenen Zeigers proportional mit dem Procentsatz des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft, wie zu beweisen war.

Durch die Möglichkeit, die Saussure'schen Grade durch die Formel:

$$y = 127{,}19 - 46{,}039 \operatorname{cotg} (0^0{,}4007\, p + 19^0{,}63),$$

welche den Differentialquotient

$$\frac{dy}{dp} = \frac{18{,}448}{\sin^2 (0^0{,}4007\, p + 19^0{,}63)}$$

liefert, auszudrücken, und der Eigenthümlichkeit der bifilaren Aufhängung der Haare, deren Aenderung in der Ruhelage durch die Gleichung

$$\frac{dz}{d\frac{c'}{c}} = - \sin^2 z$$

ausgedrückt wird, oder was dasselbe heisst: durch die umgekehrte Proportionalität des grösseren Quotienten mit dem Quadrat eines Sinus und die directe Proportionalität des zweiten Quotienten mit dem Quadrat eines Sinus wird bewirkt, dass die Grade des neuen Instrumentes, in gleichen Intervallen fortschreitend, dem Procentgehalt der Luft an Feuchtigkeit proportional sind.

Der zweite Theil des Klinkerfues'schen Hygrometers besteht aus einer Rechenscheibe, welche dazu dient, aus der abgelesenen relativen Feuchtigkeit und der Lufttemperatur den Thaupunkt und damit die absolute Feuchtigkeit ohne Rechnung zu finden.

Auf der Peripherie der inneren von zwei auf einander concentrisch drehbaren Scheiben sind die Logarithmen des Maximalgehaltes der Luft an Wasserdampf bei den verschiedenen Temperaturen der Réaumur- oder Celsius'schen Scala aufgetragen und mit den entsprechenden Temperaturen bezeichnet. Auf der äusseren Scheibe hingegen sind die Logarithmen der Zahlen $\frac{100}{p}$ vom 100 pCt.-Punkt nach 0 pCt. abnehmend aufgetragen und mit dem Procentsatz bezeichnet worden.

Man findet aber den Maximalgehalt der Thaupunktstemperatur, indem man den der Lufttemperatur mit $\frac{p}{100}$ multiplicirt und hieraus ergiebt sich folgende Regel zur Ermittelung der Thaupunktstemperatur:

Man stellt den 100 pCt.-Strich der äusseren Theilung dem Strich der Lufttemperatur auf der inneren Theilung gegenüber, dann coincidiren auch die Striche der relativen Feuchtigkeit der äusseren Theilung mit den Thaupunktstemperaturen der inneren, und es steht dem Strich der vom Instrument abgelesenen relativen Feuchtigkeit der augenblickliche Thaupunkt gegenüber.

Um die absolute Feuchtigkeit, d. h. den Gehalt eines Cubikmeters Luft an Wasserdampf, in Gramm ausgedrückt, zu ermitteln, muss man Rücksicht auf die Ausdehnung der Gase durch Wärme nehmen. Dies geschieht mittelst der auf der äusseren Scheibe befindlichen Theilstriche für die fictiven Procentsätze 105 bis 120 pCt. Man addirt die Differenz zwischen Lufttemperatur und Thaupunktstemperatur $t - \tau$ zu 100 und stellt von Neuem den Theilstrich der Lufttemperatur gegenüber dem Theilstrich $100\,t - \tau$ und findet alsdann der beobachteten relativen Feuchtigkeit gegenüber die etwas niedrigere Temperatur als die des Thaupunktes, mit welcher man als Argument in die vorhandenen Tafeln eingeht, welche die absolute Feuchtigkeit bei den verschiedenen Temperaturen enthalten.

Das Klinkerfues'sche Hygrometer wird jetzt auch mit horizontaler Achse hergestellt, was für die Ablesung bequemer ist.

Neben den bekannten Anwendungen des Hygrometers zu technischen und sanitären Zwecken hat dasselbe wegen seiner Bequemlichkeit noch eine weitere Verwendung gefunden, nämlich die zur Vorherbestimmung des Wetters für den folgenden Tag. Da der Wassergehalt der Luft derjenige Bestandtheil der letzteren ist, welcher das Material zum Wetter liefert, so ist seine Kenntniss neben der Beobachtung des Barometers und der Windfahne von der grössten Wichtigkeit, und man liess die Luftfeuchtigkeit bei solchen Zwecken früher nur deshalb ausser Acht, weil es seither an einem einfachen Hygrometer gefehlt hat.

Kusenberg's automatischer Condensationswasser-Ableiter.

(Hierzu Fig. 1 bis 6, Tafel VIII.)

In den Fig. 1 bis 6, Tafel VIII sind *a* und *b* zwei Rohre, an einem Ende durch das hohle Gussstück *c* verbunden; *d* und *e* sind zwei auf die freien Enden der Rohre *a* und *b* befestigte Muffen, deren eine *d* zum Einlass des Dampfes, die andere *e* zum Auslass des durch Condensation entstehenden Wassers dient; *f* ist ein gewöhnliches Kugelventil mit glatter Spindel *g*; *h* ist eine Schlinge, welche an das Rohr *a* durch die Schraubenbolzen *i* und *j* und an die Ventilspindel *g* durch die Muttern *k* und *l* befestigt ist; *m* ist eine Stange, deren eines Ende in dem Gussstücke *c* festsitzt, während das andere durch das Gussstück *o* geht und dort durch Muttern gehalten wird, welche auch die Bewegung des Ventils reguliren. Das Gussstück *o* passt auf Vorsprünge in den Muffen *d* und *e*, und ist hierdurch der ganze Dampfverschluss sicher hergestellt.

Die Wirkung ist folgende. Der Dampf strömt durch die Oeffnung in *d*, durch das Rohr *a* und das Gussstück *c* in das Rohr *b* und erhitzt dabei beide Rohre, welche sich sofort ausdehnen. Da die Rohre durch die Stange *m* verhindert sind, sich der Länge nach auszudehnen, so spreizen sie auseinander, das Rohr *a* zieht die Schlinge *h* und die Ventilspindel *g* nach einer, und das Rohr *b* das Ventil *f* nach der entgegengesetzten Richtung; auf diese Weise wird das Ventil geschlossen und jedes Entweichen von Dampf verhindert. Sobald Condensation stattfindet, und die Rohre *a* und *b* Wasser enthalten, kühlen sie sich ab, ziehen sich zusammen, öffnen das Ventil und erlauben den freien Auslauf des Wassers durch das Ventil und das linke Ende des Rohres *b*. Sobald der dem Wasser folgende Dampf in die Rohre tritt, dehnen sich dieselben wieder aus und schliessen das Ventil. Diese Wirkung wiederholt sich automatisch so lange, als irgend Dampf in den Rohren bleibt.

Da dieser Verschluss durch den Wärmeunterschied zwischen heissem Wasser und Dampf hergestellt wird, und da die Temperatur des Dampfes ungefähr um $\frac{1}{2}{}^0$ R. mit jedem Pfund vermehrten Druckes steigt, so ist der Verschluss so empfindlich, dass er durch einfaches Drehen der Mutter *s* gestellt werden kann, um bei jedem Dampfdruck sich zu öffnen oder zu schliessen. Diese Eigenthümlichkeit des Verschlusses verhindert das Einfrieren, da er auch für geringen Druck gestellt werden kann; sobald dann der Dampf in den Röhren auf diesen Druck herabsinkt, wird der Verschluss geöffnet und das Wasser aus den Rohren und dem Ventil geblasen. Der Verschluss nimmt sehr wenig Raum ein, kann in jeder beliebigen Lage gestellt, gelegt oder gehängt werden, ohne seine Wirksamkeit zu beeinträchtigen. Der Verschluss ist immer offen, wenn ausser Gebrauch und verlangt keine Vorsicht beim Anlassen des Dampfes. Die Patentirung des Apparates erfolgte durch das Internationale Patent- und technische Büreau der Herren J. Brandt & G. W. v. Nawrocki in Berlin.

Laufkrahnkatze mit Differentialmechanismus.

(Hierzu Fig. 10 und 11, Tafel VIII.)

In dem Novemberheft des vorigen Jahrganges der Zeitschrift befindet sich die Zeichnung zu einer Differentialwinde von L. Vojáček. Unter Voraussetzung, dass die Mittheilung einer Construction gleichen Zweckes für die Leser unserer Zeitschrift vielleicht nicht ohne Interesse sein dürfte, geben wir in Fig. 10 und 11, Taf. VIII, die Zeichnung einer Differentialwinde, wie sie von der Maschinenfabrik von Zobel, Neubert & Co. in Schmalkalden schon seit längerer Zeit ausgeführt wird.

Die Figuren in $\frac{1}{10}$ nat. Gr. zeigen einen ziemlich einfachen Differentialmechanismus in Anwendung auf eine durch Seilrad von unten angetriebene Laufkrahnkatze für 4000 bis 5000^k Belastung. Die Last Q hängt mittelst loser Rolle in der angedeuteten Weise in einer Gall'schen Kette ohne Ende, welche sich über zwei verzahnte Gussstahlachsen *a* und *b* legt. Diese werden durch zwei Räder *c* und *d* mit verschiedenen Zähnezahlen von einem gemeinsamen Getriebe *e* durch das Seilrad in gleichem Sinne bewegt. Das Heben und Senken der Last erfolgt also dadurch, dass auf der einen Achse im Verhältniss der Zähnezahlen der Räder *c* und *d* mehr Kette abgewickelt wird, als sich auf der anderen Seite aufwickelt.

Sind Q die Last, P die an dem Seilrad wirkende Kraft, R der Radius des Seilrades und r der des Theilkreises der Kettenachsen, c, d und e die Zähnezahlen der drei Räder, φ der Reibungscoefficient, so ist die Gleichgewichtsbedingung in bekannter Weise:

$$Q = \varphi P \cdot \frac{2R}{r} \cdot \frac{c \cdot d}{e(c-d)}.$$

Der Mechanismus arrangirt sich billig, da für die grössten Uebersetzungen nur drei schwache Räder erforderlich sind, und eignet sich besonders zu dem angedeuteten Zwecke eines Laufkrahnes mit Antrieb von unten, da hierbei die Sperrklinke entbehrlich ist.

Technische Literatur.

Mechanik.

Dr. Julius Weisbach's Ingenieur- und Maschinen-Mechanik. Bearbeitet von Gustav Herrmann, Prof. an der königl. polytechnischen Schule zu Aachen. Dritter Theil: Die Mechanik der Zwischen- und Arbeitsmaschinen. Mit zahlreichen in den Text eingedruckten Holzstichen. Erste Abtheilung: Die Zwischenmaschinen. Zweite verbesserte und vervollständigte Auflage. Erste und zweite Lieferung. S. 1 bis 192. (Preis 4 ℳ). Braunschweig, 1876. Fr. Vieweg & Sohn. —

Die neue Auflage dieses Theiles des Weisbach'schen Buches soll in sofern eine Vervollständigung erfahren, dass neben den Arbeitsmaschinen für Ortsveränderungen (Winden u. s. w.) auch die Maschinen für Formveränderung, also die eigentlichen Werkzeugmaschinen ihren mechanischen Principien nach einer eingehenderen Betrachtung unterzogen

werden. Als den Uebergang von den im zweiten Theile behandelten Kraftmaschinen zu den Arbeitsmaschinen bildend, werden hier zuerst die Zwischenmaschinen besprochen.

Die Einleitung bildet eine kurze aber äusserst klare Darstellung der Hauptlehren der Kinematik, auf welche das Capitel von den Achsen und ihren Lagern folgt. Wellen und Kuppelungen werden erledigt, die Lager in den vorliegenden Lieferungen nur zum Theil und zwar derart, dass diese Maschinentheile ihrer Form und ihrem geometrischen Zusammenhange nach kurz besprochen und ihre Hauptabmessungen berechnet werden, ohne in allen Fällen eigentliche Constructionsregeln zu geben. R. Z.

Theorie der combinirten Brückensysteme und Dachstühle. Von Josef Langer, k. k. Ingenieur. Dritte umgearbeitete und vermehrte Auflage in zwei Lieferungen mit je zwei Figurentafeln. 64 u. 87 S. Prag, 1874. J. G. Calve.

Dies Werkchen, welches 1859 in erster Auflage erschien, erregte damals mit Recht Aufsehen. Die verwickelten Berechnungen combinirter Systeme und die scheinbar unvermeidlichen Einflüsse der Temperaturdifferenzen hatten bis dahin die Constructeure abgeschreckt, der Bearbeitung derselben näher zu treten. Der Verfasser zeigte einen neuen Weg zur Ermittelung der Spannungen und glaubte durch sogenannte Dilatationsspatien die schädlichen Einflüsse der Temperaturdifferenzen zu beseitigen. Wir würden dem Verfasser das zweifelhafte und vielfach bestrittene Recht, die combinirten Systeme „seine Systeme" zu nennen, gern zugestehen, wenn es ihm in der dritten Auflage gelungen wäre, seine Abhandlung von vielen Unklarheiten und ungenauen Ermittelungen zu befreien und dieselbe dem heutigen Standpunkte der technischen Wissenschaften anzupassen.

Sehen wir, wie weit dies geschehen ist.

Das Hängewerksystem I ist die Umkehrung einer Bogenbrücke mit Scharnier im Scheitel und gesonderten Absteifungsträgern mit geraden Gurtungen. Die Methode des Verfassers zur Ermittelung der Spannungen in diesem und den meisten folgenden Systemen präcisirt sich wie folgt: Die Absteifungsträger werden vorab als freitragende Balkenträger auf festen Auflagern berechnet. Der Scheitel des Kettenbogens C wird, mit den so ermittelten Auflagerreactionen der Absteifungsträger belastet, und es berechnen sich die Sehnenspannungen S und die Kettenreactionen R. Man erräth, dass R gleichmässig vertheilt sein soll. Die Absteifungsträger werden demnach nochmals als freitragend für die Reaction R der Kette berechnet, und die gefundenen Werthe von den für directe Last früher ermittelten subtrahirt. Den Beweis für die Richtigkeit dieses Verfahrens vermissen wir. In der That ergiebt es brauchbare Resultate, lässt jedoch die Formänderung der Kettencurve unberücksichtigt.

Das Verfahren kürzt sich ab, wenn beachtet wird, dass $R = P$ der Belastung des Scheitels sein muss. Es ist dies direct abzusehen, auch zu beweisen.

Setzt man

$$S = \frac{\frac{1}{2} P}{\sin \gamma}$$

und diesen Werth in die Gleichung 3) Seite 6 der 1. Lieferung, so erhält man

$$R = \frac{4f}{l} \cdot \tfrac{1}{2} P \frac{\cos \gamma}{\sin h} = 2 \frac{f}{l} \cdot \operatorname{cotg} \gamma \, P.$$

Nach Fig. 1, Taf. I, ist $\operatorname{cotg} \gamma = \frac{l}{2f}$, also $R = P$. Vortheilhafter gestaltet sich die Rechnung noch, wenn für R eine gleichmässig vertheilte Kettenreaction λ pro Längeneinheit eingeführt wird, $\lambda = \frac{2R}{l} = \frac{2P}{l}$ und für den Lastfall Seite 6 z. B. $= \frac{1}{2} p$. Mit diesem Werthe λ kommt man in allen Fällen schneller zum Ziele und kann auch die wirklichen Maximalwirkungen ermitteln, welche die Berechnung des Verfassers an willkürlich gewählten, sehr einfachen Belastungsarten, fast bei keinem Systeme erreichen.

Der erste Belastungsfall Fig. 7, Taf. I, giebt für einen Querschnitt in der Entfernung $x = \frac{1}{4} l$, bei einer Laststänge vom linken Auflager $y = \frac{1}{2} l$ nach Gl. 5) ein Biegungsmoment $\mathfrak{M} - M = \frac{1}{64} k l^2 = 0{,}0156 k l^2$.

Wir finden allgemein für einen beliebigen Querschnitt in der Entfernung $x < \frac{1}{2} l$ die Maximalbeanspruchung für $y_0 = \frac{l^2}{3l - 2x}$ und $M_{max} = \frac{1}{2} k x (y_0 - x)$. Demnach ergiebt sich für $x = \frac{1}{4} l$, $y_0 = 0{,}4 l$ und $M_{max} = 0{,}01875 k l^2$.

Nach der Methode des Verfassers berechnet sich dies für $x = \frac{1}{4} l$ und $y = 0{,}4 l$ wie folgt. $V = \frac{6}{25} k l$. $R = \frac{5}{25} k l$. $\lambda = \frac{8}{25} k$. Ferner

$$\mathfrak{M} = \tfrac{6}{25} k l \tfrac{1}{4} l - \tfrac{1}{4} l k \cdot \tfrac{1}{8} l = \tfrac{23}{800} k l^2$$
$$(\mu) = \tfrac{2}{25} k l \tfrac{1}{4} l - \tfrac{1}{4} l \cdot \tfrac{8}{25} k \cdot \tfrac{1}{8} l = \tfrac{8}{800} k l^2$$
$$\mathfrak{M} - (\mu) = \tfrac{15}{800} k l^2 = \tfrac{3}{160} k l^2 = 0{,}01875 k l^2$$

Das absolute positive Maximum der Biegungsmomente wird in einem Querschnitte $x = 0{,}234 l$ für $y_0 = 0{,}395 l$ wirksam und beträgt

$$\text{Abs. } M_{max} = 0{,}01884 k l^2.$$

Das negative Maximum ist gleich gross für die entsprechende Entlastung der vollbelasteten Brücke.

Bei symmetrischer Belastung wird jedes intuitive Genie herausfühlen, dass weder ein positives noch negatives Maximum der Biegungsmomente wirksam sein kann. Der Verfasser berechnet zwar für die Belastung Fig. 3, Taf. I, ein Biegungsmoment für $x = \frac{1}{8} l$ und y beiderseits gleich $\frac{1}{4} l$ $(M - \mu)_{max} = \frac{9}{4 \cdot 128} k l^2 = 0{,}176 k l^2$. Wir erhalten nur $0{,}00976 k l^2$, und in der That beruht dies auf einem Rechenfehler, den man in einer dritten Auflage nicht suchen sollte. Es ist (laut letzter Zeile Seite 9) $V = \frac{3}{16} k l$, also

$$M_{max} = V x - \frac{x^2}{2} k = \tfrac{3}{16} k l \cdot \tfrac{1}{8} l - \tfrac{1}{2} \cdot \tfrac{1}{64} l^2 k = \left(\tfrac{3}{128} - \tfrac{1}{128}\right) k l^2$$

oder $\frac{1}{64} k l^2$. Der Verfasser rechnet $\frac{3}{128} k l^2$, er hat das negative Biegungsmoment der Belastung über x nicht subtrahirt. Setzt man $\frac{1}{64} k l^2$ an Stelle von $\frac{3}{128} k l^2$ in Gleichung 19) so wird $M_{max} - \frac{3}{4} \mu = \frac{5}{4 \cdot 128} = 0{,}00976 k l^2$. Die Transversalkraft im Träger ermittelt der Verfasser nie allgemein. Er berechnet die Auflagerreaction des Absteifungsträgers für verschiedene Belastungen mit $\frac{1}{8} k l$.

Es wäre doch interessant zu erfahren, dass eine Einzellast in der Schwerpunktsentfernung $y = \frac{1}{3} l$ von einem Auflager dieses nicht beansprucht, also $V = 0$ ist, und dass für $y < \frac{1}{3} l$ V positiv, für $y > \frac{1}{3} l$ negativ wird u. s. w. Das $+ V_{max}$ wird für $y = \frac{1}{3} l$ belastet und $- V_{max}$ für $y = \frac{1}{3} l$ entlastet, letzteres bei vollbelasteter Brücke je mit $\pm \frac{1}{6} k l$ wirksam.

Demnach bleibt das höchste Biegungsmoment des Werkes mit $0{,}0156 k l^2$ noch 17 pCt. und die höchste Auflagerreaction noch 25 pCt. unter dem wirklichen absoluten Maximum zurück.

Bei dem Hängewerk-System II sagt der Verfasser sehr richtig:

„Aber die Combination musste unter allen Umständen und um jeden Preis von den schädlichen und unberechenbaren Einflüssen der Temperatur emancipirt werden."

Er bildet demnach die gewöhnliche Hängebrücke Fig. 6, Taf. I, aus zwei Wagebalkenträgern, welche auf Stützen D und D' auftragen und in ihren Enden E und E' verankert sind. Ob dabei die Auflager D oder E fest oder für Temperaturdifferenzen beweglich sind, bleibt unbestimmt. Vom Punkte C heisst es dann Seite 13: „Wenn die Kette auch bei C in den Balken eingreift, wie bei E, so übergeht der Kettenzug $AC = AE = H$ auch bei C an das Balkensystem u. s. w."

Hieraus lesen wir, die Kette AC ist in C mit dem Träger CD und die Kette BC' in C' mit dem Träger $C'D'$ fest verbunden. Das Auseinanderhalten der Punkte C und C' ist für die Klarheit der Ermittelungen unerlässig. Auch sollte l nicht gleich 1 gedruckt sein.

Es heisst dann weiter unten:

„Zwei so gestaltete Wagebalkensysteme — wie Fig. 5 — mit dem Hängescheitel C zusammengestellt und hierselbst in der Art verbunden, dass der innere, nun das halbe Mittelfeld bildende Trägerarm des einen Systemes sich nicht senken

kann, wenn die zufällige Last auf ihn kommt, ohne den ledigen Arm des anderen mitzunehmen und zum Mittragen zu zwingen, zwei so zusammengekuppelte Systeme constituiren die Kettenbrücke der gewöhnlichen allbekannten Form."

Wir übersetzen dies: der Knotenpunkt C des einen Wagebalkens ist mit demjenigen C' des anderen so verbunden, dass sie sich horizontal frei verschieben können, während sie vertical ihre Lage zu einander nicht ändern, also Verticaldruck gegen einander auswechseln. Sie sind demnach supportartig oder durch verticale Gelenkstützen mit einander verbunden. Es bliebe noch zu erwähnen, dass auch die Stützen AD aus dem Material der Kette und der Absteifungsträger gefertigt und an den letzteren befestigt sein müssen, um die Temperatureinflüsse vollständig zu beseitigen.

Verändern die Punkte C und C' horizontal ihre Lage zu einander, so ist auch eine Verbindung der Kette zwischen diesen Punkten nicht nur unnütz, sondern sogar schädlich. Auch die Kette muss in C getheilt sein. Mit der Horizontalspannung im Kettenscheitel fällt auch die Bedingung für eine gleiche Anspannung in den Kettenstücken CA und $C'B'$ fort. Man hat eben zwei Wagebalkensysteme, welche für alle symmetrisch zu C gruppirten Belastungen sich ganz unabhängig zu einander stellen. Bei kurzen Seitenfeldern sind aus diesem Grunde die Wagebalken mindestens sehr bedenkliche Constructionen.

Bei einseitigen Belastungen muss im Scheitel eine Verticalkraft X von dem Knotenpunkt C auf C' übertragen werden, und die einzige Bedingung für die Grösse dieser Uebertragung X ist die gleiche Höhenlage von C und C' oder die gleiche Einbiegung der beiden Wagebalken beim Punkte C, wenn X am sinkenden Ende aufwärts und am anderen abwärts wirkt. Für symmetrische Belastungen der Strecke DD' verhält sich ein einzelner Wagebalken genau wie das System I, es sind jedoch x und y von D aus zu bemessen und zu belasten oder entlasten. Für Belastungen der beiden äusseren Strecken ED und $E'D'$ verhalten sich diese für die zufällige Belastung wie einfache Blechträger, wenn das Eigengewicht, wie der Verfasser meist annimmt, sich abbalancirt, denn der gleichmässigen Hebung der Punkte C und C' wirkt nichts entgegen. Dieser Belastungsfall entspricht dem Maximum der positiven, und die Belastung von DD' der negativen Beanspruchung in der äusseren Strecke. Bei Belastung von nur einer äusseren Strecke ED', hält der Punkt C' den Punkt C mit einer Kraft X nieder, welche der Verfasser zu $\frac{1}{8}Ck$ abschätzt. Diese Kraft X vermehrt die Kettenspannung in EAC und entlastet demnach den Träger ED. Es hat diese Art der Belastung für diesen Theil keinen Werth, und ebenso wenig für die Strecke $D'C$, denn bei gleichzeitiger Belastung der Strecke $C'D'$ wird X grösser, und mit ihm steigt das negative Biegungsmoment in der Strecke DC. Noch grösser wird dasselbe, wenn die Last von $D'C'$ über C hinaus um eine kleine Länge z wächst. Mit dem Wachsen von z nimmt X ab. Das negative Biegungsmoment in einem Querschnitte, welcher um x' von C nach D entfernt liegt, berechnet sich zu $Xx' + zk(x' - \frac{1}{2}z)$. Für diesen Werth ist das Maximum zu suchen, wobei X sich nur mit Beachtung der Trägerbiegungen ermitteln lässt. X ist nicht allgemein zu bestimmen.

Das positive Biegungsmoment in der Strecke DC wird ein Maximum, wenn bei unbelasteter Brücke $D'E'$ ganz und die Strecke DC von D aus über eine Länge $y = \frac{1}{2}l - z$ belastet ist. Das negative maximale Biegungsmoment erfordert eine gleiche Entlastung der vollbelasteten Brücke. Dabei ist $y > \frac{l^2}{3l - 2x} > \frac{1}{3}l < \frac{1}{2}l$. Es wird meist genügen $x = \frac{1}{4}l$ und $y = 0{,}4l$ zu setzen, und in wichtigen Fällen durch eine zweite Rechnung mit Beachtung der Verticalübertragung von X in C, diese Werthe zu berichtigen.

Die nicht vereinzelte Behauptung, solche Belastungen kämen nicht vor, ist eine irrige. Zwei dreiachsige Tenderlocomotiven gewöhnlicher Construction lassen zwischen ihren Radständen etwa 6^{m} freie Länge. Diese Länge entspricht bei $l = 15^{m}$ der Länge y_0, und wenn die Locomotiven diese Längen zwischen sich fassen, ist die negative Beanspruchung noch weit grösser. Bei $l = 10^{m}$ ist $l - y_0 = 6^{m}$; hier würde demnach das positive Biegungsmoment grösser werden. Beim Rangiren kommen alle erdenklichen Belastungen vor, und wenn dies auch nicht der Fall ist, so kann doch der in Fig. 12, Tafel I, gezeichnete Belastungsfall nie über das positive Maximum der Biegung in CD entscheiden. Die Belastung der Strecke ED entlastet die Strecke DC, daher der Name „Wagebalken".

Es ist stillschweigend angenommen, „auch bei getheiltem Scheitel C muss die Beanspruchung in den Kettentheilen beider Wagebalken stets dieselbe sein." Auf S. 18 ist die Verticalkraft $\frac{1}{2}v$ in C bei einseitiger Belastung des linken Wagebalkens mit $\frac{1}{8}kl$ auf C' übertragen und zwar in ihren Theilen $\frac{1}{2}V$ der Kette und $\frac{1}{2}V$ des Wagebalkens. Damit ist die Kraft X bereits willkürlich bestimmt. Wenn auf S. 20 dann diese Kraft X aus den Resultaten in C' mit $+\frac{1}{8}kl$ und in C mit $-\frac{1}{8}kl$ wieder berechnet ist, so heisst dies die Voraussetzung aus dem Resultate ermitteln.

Der Verfasser stellt allgemein den Grundsatz auf, die Belastung vertheilt sich auf das Hänge- und Sprengewerk im Verhältniss ihrer Höhe. Er beweist dies, indem er den Consolträger ACD in Rechnung stellt, für den dies vollständig richtig ist. Mit Vernachlässigung der Biegungen in den Absteifungsträgern und den Aenderungen in den Kettencurven bleibt dies auch noch so lange richtig, als die Gurtung EC über D getheilt ist. In dem Augenblicke aber, wo der Träger über D continuirlich wirkend angenommen wird, fällt dieser Satz, und auch die Wärmeeinflüsse sind nicht mehr beseitigt. Es tritt von nun an das Trägheitsmoment der Querschnitte mit in die Berechnung ein.

Der Verfasser wird nicht denken, dass ein Absteifungsträger, welcher bei gleicher Höhe doppelt oder mehrfach verstärkt wird, bei gleicher Biegung nach wie vor dasselbe tragen soll.

Die continuirliche Wirkung über D schleicht sich zwischen Fig. 11 und 12, Tafel I, wortlos ein und bleibt von da ab ohne Aenderung der Rechnung stillschweigend beibehalten. Bei dem erweiterten Systeme I oder wol richtiger Systeme II ist diese Continuität bereits als zulässig angenommen. Die Kette ist jedoch hier nicht in den Punkten C und C', sondern, wie Fig. 1, Taf. II zeigt, in B und B' auf $\frac{1}{4}l$ je von den Stützen D und D' mit dem Träger fest verbunden. Die Trennung des Absteifungsträgers über C ist wie oben ausgeführt, und der Kettenscheitel selbst hier ungetheilt.

Es wird durch Rechnung leicht nachzuweisen sein, dass durch die Befestigung der Kette in B und B' die schädliche Wirkung der Senkung des Kettenscheitels grösser sein muss als dann, wenn die Kette in diesen Punkten horizontal verschiebbar wäre.

Die Brücke wird keine Formänderung oder innere Spannung erleiden, wenn alle ihre Constructionsglieder sich ungehindert frei ausdehnen können. Die Verlängerung durch irgend eine Temperaturerhöhung pro Längeneinheit sei φ. Es entstehen dann folgende Längenänderungen in Fig. 1, Taf. II

Strecke EE'	AA'	BB'
	Bei freier Ausdehnung	
$1\frac{1}{2}l + 1\frac{1}{2}l\varphi$	$l + l\varphi$	$\frac{1}{2}l + \frac{1}{2}l\varphi$
	Bei jetziger Anordnung	
$1\frac{1}{2}l$	$l - \frac{1}{2}l\varphi$	$\frac{1}{2}l - l\varphi$
	Längenverkürzung	
$+1\frac{1}{2}l\varphi$	$+1\frac{1}{2}l\varphi$	$+1\frac{1}{2}l\varphi$.

Diese gleiche Verkürzung $m = 1\frac{1}{2}l\varphi$ berechnet sich für $\varphi = 0{,}0005$ zu $m = 0{,}00075\,l$. Für den angezogenen Fall, S. 25, würde für $f = 0{,}1\,l$ wenn B horizontal verschieblich, und der Absteifungsträger CD in D getheilt und gelenkig wäre, die Senkung des Scheitels C sich zu $x = 0{,}99925\,\frac{l}{2}\,\mathrm{tg}\,\beta - f$ berechnen, wobei β den Winkel $A'AC$ nach der Formänderung vorstellt.

Es ist $\cos\beta = \frac{1}{2}\frac{0{,}99925\,l}{\sqrt{\frac{1}{4}l^2 + f^2}} = \frac{1}{2}\frac{0{,}99925\,l}{\sqrt{\frac{1}{4}l^2 + 0{,}01\,l^2}} = \frac{0{,}99925}{2\,.\,0{,}5090}$ $= 0{,}9791$ und $\beta = 11^0\,44'\,5''$, also

$$x = (0{,}499625\,.\,0{,}20772 - 0{,}1)\,l = 0{,}00378\,l.$$

Für $l = 400^m$ wird $x = 1^m{,}512$. Der Werth des Winkels β' vor der Senkung ist aus $\operatorname{tg}\beta' = 0{,}2$, $\beta' = 11^0\, 18'\, 35''$; also $\gamma' = \beta - \beta' = 25'\, 30''$. Sind dagegen B und B' fest, und der Absteifungsträger je in B gelenkig, so wird:

$$x = \tfrac{1}{2} \cdot 0{,}49925\, l \operatorname{tg}\beta^0 - \tfrac{1}{4} f$$

$$\cos\beta^0 = \tfrac{1}{2} \frac{0{,}49925\, l}{\sqrt{\frac{1}{16} l^2 + 0{,}01 \cdot \frac{1}{16} l^2}} = \frac{2 \cdot 0{,}49925}{\sqrt{1 + 0{,}01}} = 0{,}99354$$

$$\beta^0 = 6^0\, 30'\, 58'' \qquad x' = 0{,}0036\, l,$$

und für $l = 400^m$ wird $x = 1^m{,}44$. Der Werth des Winkels β'' ist hier vor der Senkung aus $\operatorname{tg}\beta'' = 0{,}1$, $\beta'' = 5^0\, 42'\, 38''$; also $\gamma'' = \beta^0 - \beta'' = 48'\, 20''$.

Die absolute Einsenkung des Scheitels in C bleibt also für die abnorme Spannweite $l = 400^m$ und $f = 0{,}1\, l$ fast dieselbe, dagegen wird die Winkeldrehung in B' beinahe doppelt so gross sein wie in D. Es ist hieraus sofort abzusehen, dass bei continuirlichem Träger in B am Hebelsarme $BC = \frac{1}{2} l$ die doppelte Winkelbiegung, wenn sie wirklich erfolgte, fast den vierfachen Widerstand finden würde wie in D am Hebelsarme $DC = \frac{1}{4} l$ die kleinere Winkelbiegung. Genaue Berechnungen können hier nicht Platz finden, das Gegebene lässt jedoch die Verhältnisse hinreichend übersehen.

Die im zweiten Theile des Werkes enthaltenen combinirten Bogenbrücken geben in Fig. 6, Taf. 1, und in der Beschreibung S. 65 eine glücklichere Lösung für die Beseitigung der Temperatureinflüsse. Die Umkehrung dieser Anordnung mit continuirlichem durchgehenden Absteifungsträger, auf dem die Stützen AD und AD' befestigt sind mit Rollenauflager oder Pendelstützen in D und D' und mit einer festen und einer Pendelverankerung in E und E', dürfte sich noch vortheilhafter zeigen, da die Reibungswiderstände nicht an den Bogenfüssen, sondern an dem Absteifungsträger wirken. Dem entsprechend ist die Erweiterung des II. Systemes S. 43 ausgebildet. Es dürfen jedoch hier nicht beide Brückenenden E mit Gelenkankern gehalten sein, sonst zieht ein fahrender Zug die Brücke an sich, und ein plötzlich gebremster kippt sie vorwärts. Sonst ist dies die richtigste Lösung. Die Berechnung der anderen Systeme mit Dilatationsspatien ist jedoch hier noch weniger passend. Die Gesetze über continuirliche Träger müssen hier zu richtigeren Resultaten führen.

In Bezug auf die Materialersparnisse sind wir mit dem Hrn. Buschmann der Ansicht, dass die Anwendung der Dilatationsspatien und die Zurückführung der Scheitelspannung durch Streben DC auf die Punkte D und D' die Vortheile der Bogenbrücken vollständig aufhebt, indem die untere Gurtung nicht mehr erspart wird. Erst bei steifem Scheitel C entsteht ein continuirlicher Träger, dessen obere Gurtung hier ausnahmsweise in Bogenform als Kette behandelt ist. Bei dieser Anordnung sind Ersparnisse, selbst gegenüber dem gewöhnlichen continuirlichen Träger, zu erreichen. In Bezug auf die Temperatureinflüsse sind wir jedoch der Ansicht des Verfassers, dass es besser ist, dieselben aufzuheben, als sie in Rechnung zu stellen.

Trotz der vielfach gerügten Mängel, empfiehlt sich besonders das erweiterte System II und der zweite Theil durch manche richtige Ansicht und kühne Idee, jedoch bei den Berechnungen stets mit nöthiger Vorsicht, zum Studium, da das Werk zum Nachdenken über den interessanten und wichtigen Inhalt anregt. C. Sch.

Mathematik.

Handbuch der barometrischen Höhenmessungen. Anleitung zur Berechnung der Höhen aus barometrischen, thermometrischen uud hygrometrischen Messungen, sowie zur Anstellung sämmtlicher bei den Höhenmessungen nöthigen Beobachtungen unter besonderer Berücksichtigung der Surrogate für das Quecksilberbarometer (Aneroide, Thermobarometer), für Ingenieure, Forschungsreisende, Meteorologen, Mitglieder der Alpenvereine u. s. w. von Dr. Paul Schreiber, Lehrer für Physik an den k. technischen Lehranstalten in Chemnitz u. s. w. Mit einem Atlas von 18 Grossfoliotafeln, enthaltend zahlreiche Karten und Figuren. 307 S. (Preis 9 ℳ). Weimar, 1877. B. F. Voigt. —

Vorliegendes Werk zeigt mit seltener Klarheit und System Alles, was dem Ingenieur in seinen Bemühungen, brauchbare Barometermessungen zu erhalten, weiter fördern kann. Insbesondere wird auf den Zusammenhang der Meteorologie mit diesem Theil der Ingenieurphysik aufmerksam gemacht. Der Atlas enthält zehn Tafeln von Isothermen, Dunstdruckcurven, Isobaren und synoptischen Karten. Man sollte meinen, dass es oft sicherer wäre, nach solchen Karten, wenn sie genauer ausgeführt wären, zu arbeiten, als unverlässliche Aufnahmen zu machen. Es fehlt uns irdischen Wesen nur noch ein unentbehrliches Element dazu, nachdem wir selbst den Stürmen ein gelehrtes Ueberwachungscorps auf dieser Welt vorgesetzt haben, und das ist die Kenntniss der hohen Luftströmungen, welche mit dem wirklichen Luftdrucke in Zusammenhang sein müssen. Hingegen sind Wissenschaft und Technik heutzutage schon in den Stand gesetzt, in solchen Fragen Hand in Hand zu gehen. Auch bittet der Herr Verfasser die Lehre von der Anwendung der Meteorologie bei den barometrischen Höhenmessungen nur als eine Andeutung und als Anregung zu weiteren Studien in dieser Richtung aufzufassen.

Besonderes Interesse für Ingenieure hat eine eingehende Beschreibung und Besprechung der Construction und der Behandlungsweise von Luftdruckmessern, Thermometern und Hygrometern. Es wird ein neues Siedethermometer als Controlinstrument und ein empfehlenswerther Apparat zur Untersuchung von Aneroiden in Vorschlag gebracht. Bei der Berechnung der Correctionsgleichungen nach der Methode der kleinsten Quadrate wird eine neue graphische Methode mitgetheilt, welche oft bei ähnlichen Problemen mit Vortheil angewendet werden könnte. Die Bestimmung der geographischen Breite aus der Höhe der culminirenden Gestirne wird als die einfachste Methode zur Auffindung der geographischen Breite in einer sehr fasslichen Weise erklärt.

Schliesslich bilden die Literaturberichte über die behandelten Gegenstände ein besonderes für jeden Freund der inductiven Wissenschaften höchst interessantes Capitel, und es wäre zu wünschen, dass diese Behandlungsweise ähnlicher Gegenstände öftere Anwendung finden möchte.

Referent erlaubt sich nebenbei dem Herrn Verfasser die meistentheils deutsch veröffentlichten Arbeiten des Prof. Korzistka in Prag, welche ihm nicht bekannt zu sein scheinen, zu empfehlen..

Im Ganzen glauben wir, dass vorliegendes Werk eines von denen wenigen ist, bei denen der gebildete und besonders der in praktische Arbeit eingespannte Techniker leicht ein gewisses Unbehagen empfindet, wenn er zu der Ueberzeugung gelangt, dass ihm seine Zeit und seine Beschäftigung es nicht erlauben wollen, dem Verfasser Schritt für Schritt zu folgen.

L. V.

Allgemeine Technologie.

Darstellung der Textil-, Kautschuk- und Leder-Industrie mit Rücksicht auf Militärzwecke von Josef Hausner, k. k. österr. Major u. s. w. Zweite bedeutend vermehrte Auflage mit 527 Holzschnitten und 4 lithographischen Tafeln. 565 S. Lex.-8. (Preis 16 ℳ). Wien, 1876. Manz'sche k. k. Buchhandlung. —

Das Werk behandelt den vorliegenden Stoff in 3 Abtheilungen, und es umfasst die erste Abtheilung Flachs, Hanf, Jute und ähnliche Fasern; Baumwolle, Kautschuk, dann Guttapercha und deren Fabrikate; zweite Abtheilung: die Schafwolle (Kammwolle nur wenige Sorten) und deren Verarbeitung zu Stoffen, Borten und Schnüren mit besonderer Berücksichtigung der Kunstwolle; dritte Abtheilung: Leder und Rauchwerk, Verwerthung der Lederabfälle und Leim.

Die eigenthümliche Auswahl der im obigen Werke besprochenen Industriezweige erklärt sich aus der besonderen Bestimmung desselben. Es will zunächst den Beamten, welche mit der Untersuchung der für österreichische Militärzwecke gelieferten Bekleidungsgegenstände betraut sind, die chemischen und physikalischen Hilfsmittel hierzu vorführen und sodann eine jedem Gebildeten verständliche Besprechung der

Warenfabrikation im Allgemeinen bringen. Dem ersten angeführten Zwecke wird, soweit dies eben ohne praktischen Unterricht möglich ist, recht vollständig genügt, und bietet das Werk ferner durch seine populäre Darstellung nicht blos jedem Gebildeten Gelegenheit, sich in den behandelten Fächern angemessen zu unterrichten, sondern bringt auch dem Fachtechniker manches Neue und Interessante, und sei in dieser Hinsicht noch besonders auf die beigefügten Tafeln hingewiesen.

Tafel I giebt eine recht übersichtliche Zusammenstellung des Einflusses verschiedener chemischer Reagentien auf Fasern und Haare; Tafel II bringt in Farben und sehr guter Darstellung die mikroskopischen Bilder von Fasern vor und nach ihrer Behandlung mit Säuren, welche einem reinen und mit Mungo gemischten Schafwollengewebe entnommen sind; Tafel III führt mikroskopische Ansichten der Leder-Oberhaut vor; Tafel IV endlich zeigt in ebenfalls sehr guter Ausführung 13 verschiedene Lederquerschnitte in Farben, theils gar, theils ungar.

So gern wir aber auch bereit sind des Verfassers Fachkenntnisse und Verdienste, die er sich durch Herausgabe dieses Werkes erworben hat, anzuerkennen, so halten wir es doch für angezeigt auf einige Punkte hinzuweisen, die uns bei Durchsicht des Werkes besonders auffielen.

Der Stoff ist häufig nicht dem vorliegenden Zwecke gemäss besonders bearbeitet, sondern seitenweise anderen Werken, die ganz verschiedene Zwecke verfolgen, wörtlich entlehnt. So ist z. B. in dem Artikel „Weberei u. s. w." S. 52 bis 76 die selbständige Bearbeitung auf wenige Stellen zusammengeschrumpft, während abwechselnd das „Buch der Erfindungen" und C. Karmarsch das Wort führen, es sind nur hin und wieder einige Figuren eingeschaltet, die aber zur weiteren Deutlichkeit der Darstellung nichts beitragen.

Diesem Umstande ist es wol zuzuschreiben, dass hin und wieder die einheitliche Darstellung und systematische Vorführung des Stoffes etwas beeinträchtigt erscheint, dass Wiederholungen auftreten, deren Nothwendigkeit nicht einleuchtet, und dass die Beschreibungen einiger Maschinen und Mechanismen sehr oberflächlich und nicht auf das Prinzip derselben eingehend gehalten sind, so dass an solchen Stellen die Figuren oder der Text oder beide hätten wegbleiben können, ohne die Deutlichkeit der allgemeinen Darstellung des Arbeitsprocesses zu beeinträchtigen.

Es ist uns die bei Herstellung des Werkes benutzte am Anfange desselben angegebene, umfangreiche Literatur nicht vollständig bei der Hand, so dass wir nicht überall beurtheilen können, in wie weit die Darstellung dem Verfasser, in wie weit anderen Autoren durchgängig gebührt. Jedenfalls hätten die wörtlich abgedruckten Stellen überall kenntlich gemacht werden sollen, was nur ungenügend, zum Theil gar nicht geschehen ist. So rührt z. B. die Seite 17 gegebene Beschreibung der Flachsstengel nebst Figur von Dr. H. Grothe her (siehe dessen: „Bearbeitung des Flachses", Berlin, 1871, S. 7); ferner gehört die Beschreibung der Vorspinnmaschine auf Seite 133 und 136 nebst Fig. 155 dem „Buche der Erfindungen" an (6. Auflage, Bd. 4, S. 312) u. s. w.

Wenn wir nun noch auf den Artikel „Jute" S. 92 bis 107 hinweisen, so geschieht dies nur, weil über diesen Industriezweig bis jetzt sehr wenig veröffentlicht worden ist, und die Mittheilungen daselbst nicht ganz der Wirklichkeit entsprechen.

S. 98 Zeile 17 v. o. bis S. 99 Zeile 15 v. u. ist die Beschreibung einer doppelten Kettenstrecke mit langem Reach von Lawson & Sons in Leeds nach Good's Patent aus Dingler's „Polytechn. Journal" (wie auch angegeben) Bd. 207, S. 285 reproducirt. Diese Maschine wird, wie auch der Referent in der angeführten Zeitschrift, Hr. Joh. Zeman bemerkt, für Hanf und ähnliche Fasern zur Erzeugung dicker Garne für Seilereizwecke benutzt. Der zuletzt Erwähnte spricht bei dieser Gelegenheit seine Ansicht dahin aus, dass solche doppelte Kettenstrecken auch zu starken Garnnummern überhaupt verwendbar wären, was vielleicht Veranlassung zur Vorführung dieser Maschine an obiger Stelle gegeben hat. (S. hingegen die Mittheilungen desselben Referenten: „Polytechn. Journal", Bd. 210, S. 91.) In Philadelphia sind nun zwar neuerdings von der Leedser Firma Kettenstrecken auch für Jute ausgestellt worden; aber es sind dies bis jetzt einfache Maschinen mit kurzem Reach und für alle in der Jutespinnerei üblichen Nummern von $\frac{1}{4}$ bis 8 anwendbar, auf welchen das Material als Heede — in ähnlicher Weise wie Flachsheede — zur Verarbeitung gelangen muss. Hiernach wären also diese Mittheilungen zu berichtigen. Der Rest giebt dann ein allgemeines Bild der jetzigen Verarbeitungsmethode der Jute; nur ist die erwähnte Anwendung von drei Karden nach einander nicht Regel, sondern stets nur Ausnahme. Der Hinweis auf diese Punkte entspringt dem Wunsche, eine genaue Durchsicht des Werkes in dem angedeuteten Sinne zu veranlassen, so dass wir es in der dritten, hoffentlich bald nöthig werdenden Auflage in allen Theilen recht harmonisch ausgebaut wieder begrüssen können. P.

Bauwesen.

Der Erdbau in seiner Anwendung auf Eisenbahnbau und Strassenbau. Von Wilhelm Heyne, Ober-Ingenieur. Mit 160 Original-Holzschnitten. 3. bis 5. Lieferung. S. 161 bis 363. Wien, 1876. Alfred Hölder. —

Dieses Werk liegt uns nun vollständig vor. In vier Abschnitten, von welchen die ersten drei hauptsächlich dem ökonomischen Momente dienen, während der vierte Abschnitt über jene Kräfte handelt, welche hindernd und zerstörend auf den Bau wirken, behandelt der Verfasser den Stoff in seinem ganzen Umfang mit dem Wissen eines gebildeten Technikers wie auch mit der Sicherheit eines erfahrenen Praktikers. Wenn auch seine Leser vielleicht nicht in jedem Punkte gleicher Meinung sein werden, über das was der Autor mittheilt und nicht mittheilt, so wird man doch unwillkürlich zu dem Wunsche geleitet, es möge jeder praktisch beschäftigte Ingenieur einen Theil der Resultate seiner Mühen in einer ähnlichen Weise seinen Genossen vorlegen.

Um den Inhalt des Buches anzudeuten, bemerken wir, dass im I. Abschnitt, welcher die Bodengewinnung behandelt, der neueren Sprengtechnik die gehörige Beachtung gewidmet wird, während im II. Abschnitt, welcher die Vorführung des erzeugten Materials behandelt, neben Anderem eine neue Theorie über die Leistung der Muskelkraft entwickelt wird. Der III. Abschnitt beschreibt den Vorgang bei Herstellung von Einschnitten und Dämmen; es wird darin u. A. auch der englische Einschnittsbetrieb in einem besonderen Capitel auf eine treffende Weise beleuchtet. Das IV. (letzte) Capitel beschreibt die Arbeiten zur Versicherung der Erdbauwerke gegen Zerstörung durch elementare Einflüsse.

Wir können vorliegendes Werk als eine wirkliche Bereicherung der Fachliteratur empfehlen. L. V.

Eisenbahnwesen.

Eisenbahn-Unter- und Oberbau von Franz Rziha, Ober-Ingenieur u. s. w. Drei Bände mit 293 Holzschnitten und 19 lithogr. Tafeln. Erster Band: Geschichte. Vorarbeiten. Erdbau. Tunnelbau. 468 S. und 5 Tafeln. Wien, 1876. K. k. Staatsdruckerei. —

Dieses, als Separat-Ausgabe des Wiener Weltausstellungs-Berichtes auf 3 Bände vertheilte Werk verspricht, nach dem uns vorliegenden ersten Bande zu urtheilen, eine hoch über dem Niveau der alltäglichen Ausstellungsliteratur stehende Leistung zu werden. Der reichhaltige Inhalt ist zu einem systematischen Ganzen geordnet, wozu die historich-statistische Methode gewählt und, soweit uns zu beurtheilen möglich ist, auch glücklich durchgeführt wurde. Allen unseren Collegen, welche die Früchte der Wiener Ausstellung geniessen wollen, können wir dieses Werk als eine nützliche Lectüre empfehlen. Der Inhalt des ersten Bandes ist in 5 Hauptabschnitte eingetheilt: Die geschichtliche Entwickelung und der Culturwerth der Eisenbahnen, Vorarbeiten, Erd- und Felsarbeiten, aussergewöhnliche Unterbauten und Tunnelbau. Zahlreiche Holzschnitte, Tabellen und Tafeln illustriren die Ausstellungsobjecte. Der zweite Band soll den gesammten Brückenbau und der dritte den Oberbau enthalten.

Eine eingehendere Besprechung erlauben wir uns erst nach Beendigung des Werkes zu liefern. L. V.

A. W. Schade's Buchdruckerei (L. Schade) in Berlin, Stallschreiberstr. 47.

ZEITSCHRIFT
DES
VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE.

1877. **Band XXI. Heft 4.** **Aprilheft.**

Abhandlungen.

Eine neue Dampfkesseltheorie.

Vom Professor **R. R. Werner.**

Allen bisher aufgestellten Theorien über die Erzeugung von Dampf in Dampfkesseln liegt die Annahme zu Grunde, dass das Durchleitungsvermögen der Wärme durch die Kesselwandung der Differenz der Temperaturen der Heizgase und des Kesselwassers proportional ist.

So manche beim Dampfkesselbetrieb gemachte Beobachtungen stimmen aber mit der Rechnung nicht einmal „so ziemlich" überein; weisen vielmehr darauf hin, dass die Wärmeüberfuhr mehr als einfach dem Temperaturunterschiede proportional ist. Ausser jenen Beobachtungen sind es die im „Civilingenieur", Bd. X, von Noeggerath veröffentlichten Verdampfungsversuche mit einer offenen Pfanne, welche uns die Grundlage abgegeben haben zur Aufstellung neuer und verbesserter Dampfkesselformeln.

Bezeichnungen:

t die Temperatur nach Celsius von Wasser und Dampf der Dampfspannung entsprechend,
t_0 die Temperatur des Speisewassers,
T_0 - - der Atmosphäre,
T_1 - - der nach dem Schornstein abziehenden Heizgase,
T_3 - - im Brennraum,
F die Heizfläche des Hauptkessels in Quadratmeter,
R die totale Rostfläche,
V die Heizfläche des Vorwärmers.

Nach der bisherigen Auffassung ist μ das Wärmedurchgangsvermögen pro Quadratmeter, pro Stunde und pro 1 Grad Temperaturdifferenz, ausgedrückt in auf 1^k Wasser bezogenen Wärmeeinheiten (Calorien). Es wird aber in der neuen Berechnungsweise ersetzt:

μ durch $\mathfrak{m}(z-t)^x$ im Allgemeinen,

worin $z-t$ die Temperaturdifferenz zwischen den Heizgasen und dem Wasser bedeutet. Im Besonderen aber wird sein:

$$x = 1 \quad \text{und}$$
$$\mathfrak{m} = 0{,}06.$$

B der stündliche Verbrauch an Brennmaterial nach Abzug des Aschengehaltes in Kilogramm,
$k = k_0 \, . \, \eta_1$ die mit jedem Kilogramm Brennmaterial erzeugte Wärmemenge, unter k_0 die theoretische Wärmemenge und unter η_1 den Wirkungsgrad der Feuerung verstanden,
$(q-1)$ die zum Verbrennen von 1^k Brennmaterial nöthige atmosphärische Luft in Kilogramm,
$c = 0{,}24$ die specifische Wärme der Brenngase bei constantem Druck.

Die Kesselfeuerung liefert also stündlich Bk Calorien in Bq Kilogramm Heizgasen, deren Temperatur durch Entziehung von $B \, . \, qc$ Calorien um einen Grad erniedrigt wird.

Für die Feuertemperatur hat man daher:

$$(T_3 - T_0)\, B\, qc = Bk$$
$$T_3 = \frac{k}{qc} + T_0 \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (1)$$

Es mögen endlich s Kilogramm Wasser stündlich zu verdampfen sein, bei gleichförmiger Zuführung des Wassers zu dem Kessel, und der Kohlen und der Luft zur Feuerung. Dadurch ist der Zustand in jedem Stromquerschnitt der Heizgase ein constanter.

$Q = 606{,}5 + 0{,}305\, t$ ist die Verdampfungswärme. —

Zur Berechnung übergehend nehmen wir eine Vorfeuerung an, so dass die Temperatur T_3 mit dem Nullpunkt der Heizfläche zusammenfällt. Den Strom bis dahin verfolgend, wo er y Quadratmeter Fläche bestrichen hat, möge die Temperatur desselben auf z Grad gesunken, daher ein Temperaturunterschied zwischen Heizluft und Kesselwasser von $(z-t)$ Grad an dieser Stelle vorhanden sein. Eine weitere Wärmeentziehung um dz Grad möge ausschliesslich durch die elementare Heizfläche $= dy$ erfolgen. Die dadurch dem Luftstrom entzogene Wärmemenge ist

$$= B \, . \, qc \, . \, dz.$$

Diese selbe Wärmemenge ist aber auch durch die Fläche dy hindurch auf das Wasser übergegangen und müsste nach der bisherigen Annahme $= \mu(z-t)dy$ sein. Daher:

$$\mu(z-t)\,dy = -B\,qc\,dz \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

und

$$F = \int_{T_3}^{T_1} dy.$$

Infolge der Annahme, dass jeder Theil der Heizfläche von Wasser berührt wird, welches die constante Temperatur t hat, ergiebt sich für die Heizfläche die bekannte Formel:

$$F = \frac{B\,qc}{\mu} \ln \frac{T_3 - t}{T_1 - t} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Da die Wärmemenge $B\,qc(T_3 - T_1)$ zur Verdampfung von s Kilogramm Wasser von t_0 Grad dient, so muss auch sein:

$$B\,qc(T_3 - T_1) = s(Q - t_0) \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

und

$$F = \frac{s(Q-t_0)}{\mu(T_3 - T_1)} \ln \frac{T_3 - t}{T_1 - t} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

$$s = \frac{\mu F(T_3 - T_1)}{(Q - t_0)\ln \frac{T_3 - t}{T_1 - t}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5a)$$

Man denke sich nun die ganze Heizfläche in $\left(\frac{F}{\varepsilon}\right)$ gleiche Theile von ε Quadratmeter Inhalt getheilt, und das vom $n$ten Theil stündlich verdampfte Wasser mit s_n bezeichnet, so muss sein nach Formel (5a):

$$s_n = \frac{\mu\varepsilon(T_{n-1} - T_n)}{\ln \frac{T_{n-1} - t}{T_n - t}}$$

unter T_{n-1} und T_n die an den Grenzen der $n$ten Abtheilung herrschenden Heizgastemperaturen verstanden. Wegen Gl. (3) ist aber auch

$$\varepsilon = \frac{B\,qc}{\mu} \ln \frac{T_{n-1} - t}{T_n - t},$$

daher auch

$$\frac{T_{n-1} - t}{T_n - t} = e^{\frac{\mu\varepsilon}{Bqc}},$$

worin $e = 2{,}71828$,

$$T_{n-1} - T_n = (T_n - t)\,[e^{\varepsilon\mu} - 1].$$

Diese beiden Gleichungen mit dem Ausdruck für s_n in Verbindung gebracht, liefert:

$$s_n = B\,qc\,(T_n - t)\,(e^{\frac{\varepsilon\mu}{Bqc}} - 1) \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

und mit Rücksicht darauf, dass auch

$$\frac{T_n - t}{T_{n+1} - t} = e^{\frac{\mu\varepsilon}{Bqc}}$$

ist, hat man auch

$$s_n = B\,qc\,(T_{n+1} - t)\,e^{\frac{\varepsilon\mu}{Bqc}}\,(e^{\frac{\varepsilon\mu}{Bqc}} - 1).$$

Nach Gl. (6) ist:

$$s_{n+1} = B\,qc\,(T_{n+1} - t)\,(e^{\frac{\varepsilon\mu}{Bqc}} - 1),$$

daher endlich:

$$\frac{s_n}{s_{n+1}} = e^{\frac{\varepsilon\mu}{Bqc}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

Die Verdampfungen der einzelnen Abtheilungen bilden also eine geometrische Reihe, deren Quotient $= e^{\frac{\varepsilon\mu}{Bqc}}$ ist.

Bei den oben erwähnten Noeggerath'schen Versuchen war die Abdampfpfanne in gleiche, von der Feuerbrücke aus mit 1 bis 10 bezeichnete Abtheilungen durch dichte Scheidewände getheilt, und wurde immer nach einem zehnstündigen Betriebe die in jeder Abtheilung verdampfte Wassermenge durch Zurückwiegen des Rückstandes ermittelt. Aus den vielen Versuchen haben wir den XXIII. S. 391 herausgegriffen, und die folgende Tabelle danach berechnet.

Gemessen: $B = 9^k{,}3$ Coks stündlich verbrannt; $\varepsilon = 0{,}3$;
$F = 10 \,.\, 0{,}3$; $R = 0{,}325$.

Berechnet: $q - 1 = 13^k{,}17$ Luft pro Kilogramm Coks;
$qc = 3{,}4$.

	$\frac{s_n}{B}$ = Kilogramm Dampf von 100° mit 1^k Coks.					
a	b	c	d	e	f	g
No. der Abtheilung	Wirkliche Verdampfung	$\frac{s_n}{s_{n+1}}$	Berechnet nach der bisherigen Methode $x = 0$ $\mu = 35{,}85$	Procentaler Unterschied gegen die wirkl. Verdampfung	Berechnet nach der neuen Methode $x = 1$ $m = 0{,}06$	Procentaler Unterschied gegen die wirkl. Verdampfung
1	1,5118	1,9913	1,2053	−20,3	1,5285	+1,1
2	0,7592	1,4469	0,8571	+12,9	0,8042	+5,9
3	0,5247	1,4518	0,6094	+16,0	0,4956	−5,5
4	0,3614	1,4117	0,4334	+19,9	0,3365	−6,9
5	0,2560	1,3847	0,3082	+20,5	0,2442	−4,8
6	0,1918	1,3265	0,2191	+12,4	0,1840	−4,6
7	0,1446	1,2900	0,1558	+ 9,1	0,1443	−0,2
8	0,1121	1,2753	0,1108	− 1,2	0,1160	+3,3
9	0,0879	1,0490	0,0788	−10,3	0,0960	+9,1
10	0,0838		0,0560	−33,2	0,0792	−5,5
	4,0333		4,0339		4,0285	

Aus der Columne c geht das bemerkenswerthe Resultat hervor, dass die Verdampfungsreihe der Columne b keine geometrische Reihe ist. Wäre sie der bisherigen Dampfkesseltheorie gemäss eine solche, so müsste — falls die gemessene Verdampfung in den ersten fünf Abtheilungen 341,31 und die Gesammtverdampfung 403,33 sein sollte — der Quotient der Reihe constant = 1,4603, also für die Abtheilungen 1 bis 4 kleiner, für die Abtheilungen 5 bis 10 grösser als die dortigen Quotienten sein. Das deutet darauf hin, dass in der Wirklichkeit die höheren Temperaturen wirksamer, die niederen dagegen weniger wirksam sind, als bisher angenommen wurde.

Das auf diese Erkenntniss, und noch auf an Dampfkesseln gemachte Erfahrungen gegründete Wärmeleitungsgesetz wird bei gehöriger Schmiegsamkeit in keine einfachere Form zu bringen sein als:

$$\text{Wärmedurchgangsmenge} = m\,(z-t)^{1+x}$$
$$\text{statt wie bisher} = \mu\,(z-t).^{*)}$$

---

*) Redtenbacher nimmt $\mu = 23$ an; Verf. hat es in Bd. XIV, S. 295 d. Z. auf 21,6 berechnet.

Durch mannigfache vergleichende Berechnungen der Noeggerath'schen und Anderer Versuche, haben wir als passendsten Werth für x nahezu 1 — dafür

$x = 1$, und

$\mathfrak{m} = 0{,}06$ (eigentlich $= 0{,}0603$)

gefunden.

Die allgemeine Theorie

gestaltet sich dadurch recht einfach, dass wir nunmehr die stündliche Wärmedurchgangsmenge pro Quadratmeter

$$= \mathfrak{m}(z-t)^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

setzen können. An Stelle der Gl. (2) tritt jetzt

$$\mathfrak{m}(z-t)^2\, dy = -B\, q\, c\, dz \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

$$F = \int_{T_3}^{T_1} dy$$

$$F = \frac{B q c}{\mathfrak{m}} \cdot \frac{T_3 - T_1}{(T_3 - t)(T_1 - t)} \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

$$F = \frac{B q c}{\mathfrak{m}(T_3 - t)} \left[\frac{T_3 - t}{T_1 - t} - 1\right] \quad . \quad . \quad . \quad (10a)$$

$$F = \frac{B q c}{\mathfrak{m}} \left[\frac{1}{T_1 - t} - \frac{1}{T_3 - t}\right] \quad . \quad . \quad . \quad (10b)$$

Weil nach Gl. (4)

$$\frac{s}{B} = \frac{q c (T_3 - T_1)}{Q - t_0},$$

so ist auch

$$F = \frac{s(Q - t_0)}{\mathfrak{m}(T_3 - t)(T_1 - t)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

und endlich

$$\frac{s}{B} = \frac{q c (T_3 - t)}{Q - t_0} \left[1 - \frac{1}{\frac{F}{B} \cdot \frac{\mathfrak{m}(T_3 - t)}{q c} + 1}\right] \quad . \quad . \quad (12)$$

liefert die Verdampfung, wenn $\frac{F}{B}$, oder die Heizfläche für jedes Kilogramm stündlich zu verbrennender Kohlen gegeben ist.

Das Substitut für T_3 liefert erforderlichen Falles die Gl. (1).

Durch Verbindung von Gl. (10) mit (4) ergiebt sich auch noch:

$$\frac{s}{F} = \frac{\mathfrak{m}(T_3 - t)(T_1 - t)}{Q - t_0} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13)$$

und da aus (10a) folgt:

$$T_1 - t = \frac{T_3 - t}{(T_3 - t)\frac{\mathfrak{m}}{q c} \cdot \frac{F}{B} + 1} \quad . \quad . \quad . \quad (14),$$

$$\frac{s}{F} = \frac{\mathfrak{m}(T_3 - t)^2}{(Q - t_0)\left[(T_3 - t)\frac{\mathfrak{m}}{q c} \cdot \frac{F}{B} + 1\right]} \quad . \quad . \quad (15)$$

Die minimalen Kosten,

welche die Erzeugung von 1 Kilogramm Dampf in einem Nicht-Gegenstromkessel verursacht, sollen nun berechnet werden.

Bezeichnungen:

$\mathfrak{K}$ die beweglichen Kosten der Verdampfung von 1^k Wasser von t_0 Grad in Pfennigen. Darunter sind nur diejenigen Kosten verstanden, welche sich mit der Vergrösserung der Heizfläche bei constantem Brennmaterialverbrauch ändern, oder, was auf dasselbe hinausläuft: welche variiren, je nachdem man einen Dampfkessel mit mehr oder weniger Kohlen heizt. $\mathfrak{K}$ ist demnach eine Function des veränderlichen $\left(\frac{F}{B}\right)$.

$\mathfrak{K}_1$ seien die stehenden Kosten. Diese entspringen aus den Generalunkosten, dem Heizerlohn; ferner den Einrichtungskosten für Einheizungstheile, Armatur und der bei Vergrösserung des Kessels unverändert bleibenden Theile des Kessels selbst sowol als auch der Einmauerung, des Schornsteins und des Kesselhauses.

b Kosten in Pfennigen von 1^k Brennmaterial nach Abzug der unverbrennlichen Theile.

f stündliche Kosten in Pfennigen von 1^{qm} Heizfläche, insoweit dieselbe veränderlich gedacht werden kann, entstehend durch die Verzinsung und Amortisation des Anlagecapitals.

f_1 die stehenden Kosten.

Es sind daher:

die stündlichen Kosten des Brennmaterials $= B b$

" " der Heizfläche $= F f$,

und wenn damit stündlich s Kilogramm Wasser verdampft werden sollen:

$$s\,\mathfrak{K} = B b + F f \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (16)$$

Nach Gl. (4) und (13) ist aber:

$$B = \frac{s(Q - t_0)}{q c (T_3 - T_1)}$$

$$F = \frac{s(Q - t_0)}{\mathfrak{m}(T_3 - t)(T_1 - t)};$$

daher:

$$\mathfrak{K} = \frac{(Q - t_0) b}{q c}\left[\frac{1}{T_3 - T_1} + \frac{f q c}{\mathfrak{m} b} \cdot \frac{1}{(T_3 - t)(T_1 - t)}\right] \quad (17)$$

Der Kürze wegen setzen wir:

$$\frac{f q c}{\mathfrak{m} b (T_3 - t)} = h^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (18)$$

dann wird:

$$\mathfrak{K} = \frac{(Q - t_0) b}{q c}\left[\frac{1}{T_3 - T_1} + \frac{h^2}{T_1 - t}\right] \quad . \quad . \quad (17a)$$

Für welche Endtemperatur T_1 der Heizgase $\mathfrak{K}$ ein Minimum $\mathfrak{K}_2$ wird, das lehrt die Gleichung:

$$\frac{d\mathfrak{K}}{d T_1} = 0 \quad \text{oder}$$

$$\frac{1}{(T_3 - T_2)^2} - \frac{h^2}{(T_2 - t)^2} = 0,$$

falls dieser besondere Werth von T_1 mit T_2 bezeichnet wird. Daraus das vortheilhafteste:

$$T_2 = (T_3 - t)\frac{h}{1 + h} + t \quad . \quad . \quad . \quad (19)$$

$$\mathfrak{K}_2 = \frac{(Q - t_0) b}{(T_3 - t) q c}[1 + h]^2 \quad . \quad . \quad . \quad (20)$$

Bezeichnet man das für ein gegebenes F vortheilhafteste B mit B_2, und setzt man statt T_1 den Werth (19) für T_2 in Gl. (4), so erhält man als vortheilhafteste Verdampfung:

$$\frac{s}{B_2} = \frac{q c (T_3 - t)}{(Q - t_0)(1 + h)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (21)$$

Als **absolute Verdampfung** soll diejenige bezeichnet werden, welche man für $T_1 - t = 0$ erhält, und welche nur durch $F = \infty$ erreichbar ist. Sie ist aus (4):

$$\frac{s}{B_0} = \frac{qc(T_3 - t)}{Q - t_0} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (22)$$

Der **Wirkungsgrad der Heizfläche** ist nichts anderes als der Quotient aus den Werthen $\frac{s}{B_2}$ und $\frac{s}{B_0}$; daher ist der **vortheilhafteste** Wirkungsgrad:

$$\eta_2 = \frac{\frac{s}{B_2}}{\frac{s}{B_0}} = \frac{1}{1+h} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (23)$$

Den vortheilhaftesten stündlichen Kohlenverbrauch bei gegebener Heizfläche hat man aus:

$$\frac{F}{B_2} = \frac{b}{f} \cdot h\,^{*)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (24)$$

Die Substitution von T_2 aus Gl. (19) in Gl. (14) und die von

$$\frac{(T_3 - t)\,\mathfrak{m}}{qc} = \frac{f}{b} \cdot \frac{1}{h^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (25)$$

aus Gl. (18) führen zu diesem Ausdruck für $\frac{F}{B_2}$.

Auch geht noch aus Gl. (20) offenbar hervor, dass das Verhältniss der Brennmaterialkosten zur Kostensumme

$$= \frac{1}{1+h} = \eta_2 \text{ ist.} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (26)$$

Das Verhältniss, in welchem die Kosten der Dampferzeugung bei **forcirter** wie bei **gemässigter Feuerung**, oder algebraisch ausgedrückt, bei einem stündlichen Verbrauch von nB_2 ($n \gtrless 1$) statt B_2 Kilogramm Kohlen sich steigern, findet man wie folgt:

Der Werth, welchen T_1 bei obigem Tausch von B und nB_2 annimmt, möge mit T_n bezeichnet werden.

Die Gl. (14) erscheint alsdann:

$$T_n - t = \frac{T_3 - t}{(T_3 - t)\frac{\mathfrak{m}}{qc} \cdot \frac{F}{nB_2} + 1} \quad . \quad . \quad . \quad (27)$$

Die Gl. (24) und (18) hiermit verglichen, liefert zunächst die wichtige Beziehung von n zur Schornsteintemperatur:

$$T_n - t = \frac{T_3 - t}{\frac{1}{nh} + 1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (28)$$

$$T_3 - T_n = \frac{T_3 - t}{1 + nh} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (28a)$$

Diese Werthe aus (28) und (28a) nach (17a) hin übertragen, macht:

$$\mathfrak{K}_n = \frac{(Q - t_0)\,b}{(T_3 - t)\,qc}\left[1 + nh + h^2\left(\frac{1}{nh} + 1\right)\right]$$

$$\mathfrak{K}_n = \frac{(Q - t_0)\,b}{(T_3 - t)\,qc}(1 + nh)\left(1 + \frac{h}{n}\right) \quad . \quad . \quad . \quad (29)$$

*) Eine interessante Beziehung zwischen dem Kostenverhältniss aus Heizfläche in Brennmaterial zu dem Verhältniss des verwendbaren Theiles der erzeugten Wärme, in die durch die Heizfläche durchleitbare Wärme erhält man, wenn man infolge einer Resubstitution von h aus Gl. (18) in Gl. (24) schreibt:

$$\frac{F}{B_2} = \sqrt{\frac{bqc}{\mathfrak{m}f.(T_3 - t)}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (24a)$$

oder

$$\frac{F.f}{B_2.b} = \frac{B_2.qc(T_3 - t)}{F.\mathfrak{m}(T_3 - t)^2}.$$

Endlich das Kostenverhältniss:

$$\frac{\mathfrak{K}_n}{\mathfrak{K}_2} = \frac{(1 + nh)\left(1 + \frac{h}{n}\right)}{(1 + h)^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (30)$$

Aus dieser Gleichung geht hervor, dass die Kostenerhöhung dieselbe bleibt, ob mit dem $n$fachen oder $\frac{1}{n}$fachen des normalen Kohlenquantums gefeuert wird. Jedoch immer unter der Voraussetzung, dass T_3 keine Aenderung erleidet, was mit Rücksicht auf Gl. (1) nur dann der Fall ist, wenn nicht nur die zugeführte Luftmenge die $n$fache bezw. die $\frac{1}{n}$fache, sondern auch die Verbrennung gleich vollständig (η_1 constant) ist. Der Zug des Schornsteins muss daher so kräftig sein, dass die normale Luftzuführung für B_2 bei nur theilweise geöffnetem Rauchschieber erfolgt, um denselben erst bei nB_2 ganz öffnen zu müssen.

Der grösste zulässige Werth von n ist nicht allein abhängig vom Kostenpunkt, über welchen die Formel (30) Aufschluss giebt, sondern auch noch von der mit n wachsenden Unfähigkeit des Schornsteins, die genügende Luftmenge zu fördern. Der kleinste Werth von n muss aus Gl. (28) immer noch ein für den Schornsteinzug hinreichend grosses T_n ergeben und einem geübten Heizer es möglich machen, dass er mit so vermindertem Heizmaterial den Rost während einer Beschickungsperiode mit einer gleichförmig hohen Schicht bedeckt hält.

Trotz all dieser Rücksichtsnahmen ist die **Betriebsdehnbarkeit** eines Dampferzeugers mit nach Formel (24) bestimmter Grösse der Heizfläche, wie an einem Beispiel gezeigt werden soll, immer noch bedeutend und schätzbar.

Beispiel.

In dem „Bull. de la Société industr. de Mulhouse", 1876, S. 242, sind vergleichende Verdampfungsversuche, welche an drei Dampfkesseln verschiedener Systeme mit vieler Sorgfalt gemacht worden sind, ausführlich mitgetheilt.

1) System **Fairbairn**: Unter einem Hauptkessel zwei Cylinder mit je einem Flammrohr und innerer Feuerung; $R = 1{,}908$; $F = 94{,}5$.

2) System **Lancashire**: Hauptkessel mit zwei innere Feuerung besitzenden Flammrohren; $R = 1{,}908$; $F = 56{,}9$.

3) **Siederkessel**: Hauptkessel mit drei darunter liegenden Siedern und äusserer Feuerung; $R = 1{,}863$; $F = 56{,}5$.

Obgleich die Productionskosten eines Kilogramm Dampf in No. 2 1½ bis 2 und in No. 3 3 bis 4 pCt. höher waren als in No. 1, wählen wir doch den Lancashire-Kessel als Beispiel.

Länge des Hauptcylinders . .	$= 7^{m}{,}82$
Durchmesser des Hauptcylinders	$= 2^{m}{,}00$
Wandstärke	$= 16^{mm}$
Durchmesser der Flammrohre .	$= 0^{m}{,}70$
Wandstärke	$= 13^{mm}$

Die mittlere Blechstärke ist somit:

$$\frac{2.16 + 2.0{,}70.13}{2 + 1{,}4} = 14^{mm}{,}76.$$

Gewicht pro Quadratmeter $= 14{,}76 \,.\, 7{,}78 = 114^k{,}83$ und nach Zuschlag von 20 pCt. für Niete und Wechsel $= 137^k{,}8$.

$\frac{3}{2}$ der ganzen Wandung als Heizfläche gerechnet, wiegt somit der Quadratmeter veränderlich gedachter Heizfläche $\frac{3}{2} \,.\, 137{,}8 = 206^k{,}7$.

Das Kilogramm zu 70 Pf. berechnet, sind die Anschaffungskosten von 1 Quadratmeter Heizfläche = 14 469 Pf.

Für die Einmauerung rechnen wir noch $\frac{1}{4}$ hiervon und für das Kesselhaus und den Schornstein ebenfalls noch $\frac{1}{4}$ hinzu, so dass die beweglichen Anlagekosten pro Quadratmeter Heizfläche sich im Ganzen auf 21 693 Pf. belaufen.

Die Zinsen und Amortisation jährlich zu $(6 + 6{,}5)$ pCt. — dort nur zu 10 pCt. — und die Zahl der Betriebsstunden auf 3000 gerechnet, bringt die stündlichen Kosten eines Quadratmeter Heizfläche auf

$$f = \frac{21693 \cdot \frac{12{,}5}{100}}{3000} = 0{,}904 \text{ Pf.}$$

Die Steinkohlen kosten mit 10,14 pCt. Aschengehalt 2,4 Pf., daher 1^k reine Kohle $b = 2{,}67$ Pf.

Die Luftzuführung betrug pro Kilogramm reiner Kohle $12^{cbm}{,}42$, daher:

$$q - 1 = 1{,}2932 \,.\, 12{,}42 = 15^k{,}06\,^*)$$
$$q c = 3{,}8544.$$

Ausserdem ist noch gemessen: $B = 135{,}2$ und die Verdampfung $\frac{s}{B} = 7{,}11$ auf Speisewasser von 0^0 reducirt.

Da die Wärmeüberfuhr hauptsächlich durch die Flammrohre erfolgt, so kann man die Wärmeausstrahlung der Heizgase durch die gemauerten Wandungen auf etwa 5 pCt. der im Ganzen abgegebenen Wärme annehmen; so dass also die verbrauchte Wärmemenge $= \omega\,(T_3 - T_1)\, q c$ ist.

$\omega = 0{,}95$, $t = 150$ und $Q = 652{,}25$ liefert zunächst aus Gl. (4):

$$T_3 - T_1 = \frac{652{,}25 \,.\, 7{,}11}{0{,}95 \,.\, 3{,}8544} = 1265.$$

Und da $T_1 = 290$ gemessen ist, $T_3 = 1555$ und $T_3 - t = 1405$.

Wir machen nun trotz der vorhandenen inneren Feuerung Anwendung auf die für Vorfeuerung entwickelten Formeln, indem wir uns vorbehalten, weiter unten auf die Zulässigkeit eines solchen Verfahrens zurückzukommen.

Als ersten Prüfstein für den Werth von $\mathfrak{m}$ nehmen wir die Gl. (10b). Derselben zufolge müsste sein:

$$\frac{1}{T_1 - t} = \frac{56{,}9 \,.\, 0{,}06}{135{,}2 \,.\, 3{,}8544} + \frac{1}{1405}$$

oder $T_1 = 287{,}7$ statt 290. —

Zur vollständigen Uebereinstimmung hätte $\mathfrak{m} = 0{,}0589$ sein müssen. —

*) Das weist auf eine mehr intensive Feuerung hin, als man sie gewöhnlich bei $q - 1 = 20$ hat. Bei Locomotiven rechnet man $q - 1 = 16$ bis 17.

Gl. (18) liefert die Hilfszahl:

$$h = \sqrt{\frac{0{,}904 \,.\, 3{,}8544}{0{,}06 \,.\, 2{,}67 \,.\, 1405}} = 0{,}12442$$

$$\frac{h}{1+h} = 0{,}11065.$$

Wegen Gl. (19) ist dann die vortheilhafteste Schornstein-Temperatur

$$T_2 = 305{,}47 \text{ statt } 290;$$

die vortheilhafteste Verdampfung würde man, da die wirkliche Temperatur des Speisewassers $t_0 = 27{,}25$ ist, mit Gl. (21) und mit Rücksicht auf den Verlust $(1 - \omega)$ haben

$$\frac{s}{B_2} = \frac{0{,}95 \,.\, 3{,}8544 \,.\, 1405}{625 \,.\, 1{,}1244} = 7{,}32 \text{ statt } 7{,}11.$$

Während der abgemessene Kohlenverbrauch

$$\frac{F}{B} = \frac{56{,}9}{135{,}2} = 0{,}42103$$

ergab, würde derselbe nach Gl. (24) am vortheilhaftesten für

$$\frac{F}{B_2} = \frac{2{,}67}{0{,}904} \cdot 0{,}12442 = 0{,}36747$$

oder $B_2 = 154{,}84$ statt 135,2 gewesen sein.

Die geringsten Herstellungskosten von 1^k Dampf, soweit sie beweglich sind, würden sein:

$$\mathfrak{K}_2 = \frac{625 \,.\, 2{,}67}{1405 \,.\, 3{,}8544} \cdot \overline{1{,}1244}^2 \doteq 0{,}3896 \text{ Pf.}$$

Der auf das Brennmaterial fallende Antheil würde nach (26) $= 0{,}34648$ Pf., und der Wirkungsgrad der Heizfläche wieder mit Rücksicht auf ω sein:

$$\eta_2 = \frac{0{,}95}{1{,}1244} = 0{,}845.$$

Den Wirkungsgrad der Feuerung $\eta_1 = 0{,}80$ gerechnet, würde den vortheilhaftesten Wirkungsgrad der ganzen Anlage machen:

$$\eta = \eta_1 \,.\, \eta_2 = 0{,}8 \,.\, 0{,}845 = 0{,}696.$$

Wenn als stündliche zu verbrennende Kohlenmenge B gegeben ist, so findet man aus Gl. (24) die dazu vortheilhafteste Heizfläche:

$$F_2 = B \cdot \frac{b}{f} \cdot h \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (31)$$

und das normale Verdampfungsquantum aus Gl. (21):

$$s_2 = \frac{B\, q c\, (T_3 - t)}{(Q - t_0)(1 + h)} \quad . \; . \; . \; . \quad (32)$$

Die Dampfproduction der Heizfläche $m \,.\, F_2$ dagegen ergiebt die allgemeine Gl. (12):

$$s_m = \frac{B\, q c\, (T_1 - t)}{Q - t_0} \left[1 - \frac{1}{\frac{m F_2}{B} \cdot \frac{\mathfrak{m}\,(T_3 - t)}{q c} + 1} \right]$$

und Rücksicht nehmend auf die Gl. (31) und (25):

$$s_m = \frac{B\, q c\, (T_3 - t)}{(Q - t_0)\left(1 + \frac{h}{m}\right)} \quad . \; . \; . \; . \quad (33)$$

$$\frac{s_m}{s_2} = \frac{m\,(1 + h)}{m + h} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (34)$$

Diese Gleichung giebt zu erkennen, von welch geringem Einfluss eine schon erhebliche Vergrösserung (oder Verkleinerung) des Kessels über die normale

Grösse hinaus auf die Menge des verdampften Wassers ist. Beispielsweise würde das $1\frac{1}{2}$fache der Heizfläche des Lancashire-Kessels ergeben:

$$\frac{s_{m=1,5}}{s_2} = \frac{1,5 \, . \, 1,1244}{1,5 + 0,1244} = 1,0625 \, ^{*)} \quad \text{und}$$

$$\frac{s_{m=\frac{2}{3}}}{s_2} = 0,94756.$$

Die stehenden Kosten der Erzeugung von 1^k Dampf sind:

$$\mathfrak{K}_1 = \frac{F}{s} \cdot f_1 \quad \ldots\ldots \quad (35)$$

die Verbindung der Gl. (21) und (24) liefert aber:

$$\frac{F}{s} = \frac{b}{f} \cdot \frac{(Q - t_0) \, h \, (1 + h)}{(T_3 - t) \, q c} \quad \ldots\ldots \quad (36)$$

daher

$$\mathfrak{K}_1 = \frac{f_1}{f} \cdot \frac{b \, (Q - t_0) \, h \, (1 + h)}{(T_3 - t) \, q c}$$

mit Gl. (20) verglichen:

$$\frac{\mathfrak{K}_1}{\mathfrak{K}_2} = \frac{f_1}{f} \cdot \frac{h}{1 + h} \quad \ldots\ldots \quad (37)$$

Endlich die Gesammterzeugungskosten von 1^k Dampf:

$$\mathfrak{K}_1 + \mathfrak{K}_2 = \frac{(Q - t_0) \, b}{(T_3 - t) \, q c} \left(1 + \frac{f_1}{f} \cdot \frac{h}{1 + h}\right) (1 + h)^2 \quad (38)$$

Die stehenden stündlichen Kosten pro Quadratmeter Heizfläche rechnen wir für den Kessel, die Armatur und für die zur Feuerung gehörigen Theile auf 0,15 Pf. Für die Einmauerung, den Schornstein und das Kesselhaus 0,2 Pf. und für den Heizer 0,3 Pf., zusammen:

$$f_1 = 0,65 \text{ Pf.}$$

Das macht für unser Beispiel:

$$\mathfrak{K}_1 = 0,07956 \, . \, \mathfrak{K}_2 = 0,03096 \text{ Pf.}$$
$$\mathfrak{K}_1 + \mathfrak{K}_2 = 0,42056 \text{ Pf.}$$

Die directe Heizfläche.

Diese Fläche wird nicht von dem Strom der Heizgase bestrichen, wie die indirecte Heizfläche. Dem vorderen Theil der directen Heizfläche strömen gar keine Gase, dem mittleren Theil nur die Hälfte derselben entlang, und erst an der Feuerbrücke kommt die

*) Dingler's „Polytechn. Journ.", Bd. 220 enthält eine von einer bekannten Autorität des Faches, O. H. Müller in Pest, geschriebene Abhandlung über Kohlenersparniss bei Dampfmaschinen. Der Autor erwähnt auf S. 9 der Verlängerung eines Siederkessels um das 1,5fache mit dem Resultat:

$$\frac{s_{m=1,5}}{s_2} = 1,066.$$

Die der Gl. (7) zu Grunde liegende Anschauung würde ergeben für $2\varepsilon = F$ und in üblicher Weise

$$\frac{F}{B} = 0,4 \quad \text{also} \quad \frac{\varepsilon}{B} = 0,2\,; \quad \mu = 21,6\,; \quad qc = 5\,;$$

$$\frac{s_n}{s_{n+1}} = e^{\frac{0,2 \, . \, 21,6}{5}} = 2,3726$$

$$\frac{s_{m=1,5}}{s_2} = \frac{1 + \frac{1}{2,3726} + \left(\frac{1}{2,3726}\right)^2}{1 + \frac{1}{2,3726}} = 1,125.$$

Die alte Methode giebt also den Effect einer 1,5fachen Vergrösserung der Heizfläche um 100 pCt. zu gross an.

ganze Brenngasmenge zu derjenigen Wirkung, auf welcher die bisherige Rechnung beruht. Um dieselbe auf die directe Heizfläche anzuwenden, müsste man q variabel und die Gastemperatur constant $= T_3$ annehmen und der so berechneten Wärmeüberfuhr auch noch die aus der Strahlung hervorgehende hinzufügen.

An Stelle eines derartigen Verfahrens nehme man die Feuerung als Vorfeuerung, ohne Verlust durch Ausstrahlung durch das Gewölbe, an. Die directe Heizfläche ist dann als indirecte Heizfläche wie bisher in Rechnung zu stellen, um zunächst die Temperatur T_d an der Grenze derselben und dann die Verdampfungsmenge s_d zu ermitteln, und diese Ergebnisse mit den bisher über die Wirkung der directen Heizung gemachten Erfahrungen zu vergleichen.

Bezeichnet man auch mit

$$F_d \text{ die directe Heizfläche,}$$

so ist aus Gl. (10b):

$$\frac{1}{T_d - t} = \frac{\mathfrak{m} \, F_d}{B \, q c} + \frac{1}{T_3 - t} \quad \ldots\ldots \quad (39)$$

Man kann als zweckmässig annehmen, dass im Mittel stündlich 70^k Steinkohlen auf jedem Quadratmeter der Rostfläche verbrannt werden, daher:

$$\frac{B}{R} = 70$$

sowie auch

$$\frac{F}{B} = 0,4,$$

das macht

$$\frac{F}{R} = 28;$$

die directe Heizfläche einer inneren Feuerung kann man $= 1,5 \, R$ annehmen, daher:

$$\frac{F}{F_d} = \frac{56}{3} = 18,67 \, ^{*)}$$

$$\frac{F_d}{B} = \frac{0,3}{14} = 0,02143.$$

Für $k_0 = 8000$, $\eta_1 = 0,8$ und $qc = 5$ hat man:

$$T_3 = \frac{0,8 \, . \, 8000}{5} = 1280,$$

und noch $t = 15$ liefert mit dem obigen Werth von $\frac{F_d}{B}$ und $\mathfrak{m} = 0,06$ in Gl. (39) eingesetzt:

$$T_d = 1025.$$

Ferner ist das Verhältniss der directen Verdampfung zur ganzen Verdampfung:

$$\frac{s_d}{s_2} = \frac{T_3 - T_d}{T_3 - T_2} = \frac{1280 - 1025}{1280 - 300} = \frac{1}{3,92}.$$

Für den Lancashire-Kessel ist wegen des kleineren q

$$\frac{s_d}{s_2} = \frac{1}{3},$$

ein Verhältniss, welches man auch bei Locomotivkesseln mit fast ebenso kleinem q annimmt, sowie auch der vorhergehende Werth mit den an stationären Kesseln gemachten Erfahrungen gut übereinstimmt. Wir halten uns daher für berechtigt, die directe Heizfläche, ebenso

*) Für Locomotivkessel ist Mittel $\frac{F}{F_d} = 14,6$. („Die Locomotiven" von Schaltenbrand, S. 516, besprochen in Bd. XX, S. 346.)

wie die ganze übrige Heizfläche, ebenfalls als indirecte Heizfläche in Rechnung zu stellen. Diese Uebereinstimmung im Resultat ist wol dem Umstande zu verdanken, dass der beregte Mangel an Leitungswärme durch strahlende Wärme ersetzt wird.

Der grossen Wärmedurchlässigkeit bei so hohen Temperaturen, wie die des Feuerraumes, ist es auch zuzuschreiben, dass bei Vorfeuerungen, trotz der geringen Leitungsfähigkeit der gemauerten Wandungen, doch ein merklicher Verlust an Wärme angenommen werden muss,*) welche man bei inneren Feuerungen nicht erleidet. Dagegen ist in diesen nur bei gutem Brennmaterial auf eine genügend vollständige Verbrennung zu rechnen, weshalb für schlechte Brennstoffe eine äussere Feuerung trotz des Wärmeverlustes den Vorzug verdient. Das Mauerwerk, als Wärmespeicher dienend, strahlt nach dem Aufschütten diejenige Wärmemenge auf die Verbrennungsproducte aus, welche ohne diesen Zuschuss zur vollständigen Verbrennung fehlen würden.

Directe Heizung mit Siederohren.

Als Beispiel erwähnen wir einer uns recht zweckmässig erscheinenden Construction aus der Dampfkesselfabrik von Petry-Dereux in Düren, welche in der „Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- und Salinenw.“, 1876, S. 260 von Hrn. Althans in Breslau beschrieben ist.

Ein Zweiflammrohr-Kessel ist in seiner oberen Hälfte über die vordere Stirnwand hinaus derart verlängert, dass der so gebildete halbcylindrische Kopf die Flammrohrmündungen wie ein Vordach überragt. In dem flachen Boden dieses Halbcylinders hängen 82 Field-Röhren von $1^{m},2$ Länge bei 57^{mm} Weite. Diese Röhren ergeben eine directe Heizfläche von nahezu 20^{qm}. Die Flammrohre und der Mantel geben noch eine indirecte Heizfläche von 30^{qm}; also $F_d = 20$ und $F = 50$.

Indem diese äussere Feuerung wesentlich eine directe ist, so wird man die durch die vier Seitenmauern ausstrahlende Wärme nicht viel höher als 5 pCt. der erzeugten veranschlagen können. Jene wieder auf 1280^0 angenommen, würde sein:

$$T_3 = 1280 - 64 = 1216;$$

bei einem stündlichen Verbrauch von 100^k Steinkohlen wäre dann:

$$\frac{F}{B} = 0,5;$$

und aus (10b)

$$\frac{1}{T_d - t} = \frac{\mathfrak{m} F_d}{B\,q\,c} + \frac{1}{T_3 - t} = 0,0024 + 0,000938$$

$$T_d = 450.$$

Ebenso für die Endtemperatur:

$$\frac{1}{T_1 - t} = \frac{\mathfrak{m} F}{B\,q\,c} + \frac{1}{T_3 - t} = 0,006 + 0,000938$$

$$T_1 = 294.$$

Das Verhältniss der directen zur ganzen Verdampfung ist:

$$\frac{s_d}{s} = \frac{T_3 - T_d}{T_3 - T_1} = \frac{766}{922} = 0,83.$$

Die Field-Röhren liefern also 83 pCt. allen Dampfes. Die Verdampfung selbst ist:

$$\frac{s}{B} = \frac{q\,c\,(T_3 - T_1)}{Q - t_0} = \frac{5\,.\,922}{640} = 7,2.$$

Vergleich verschiedenwerthiger Brennstoffe.

Wir wählen dazu Steinkohlen und innere Feuerung mit $\eta_1 = 0,8$, gegenüber lufttrockenen Braunkohlen und Vorfeuerung mit $\eta_1 = 0,8\,.\,0,85 = 0,68$ und stellen die Resultate in folgender Tabelle, in welcher $\mathfrak{m} = 0,06$ und $Q - t_0 = 640$ ist, zusammen.

	$k_0\,\eta_1 = k$	$q\,c$	$T_3 - t = \frac{k}{q\,c} - t$	f	b	$h = \sqrt{\frac{f\,q\,c}{\mathfrak{m}\,b\,(T_3 - t)}}$	$\eta_1 = \frac{1}{1+h}$	$\eta = \eta_1\,\eta_2$
Steinkohlen	$8000\,.\,0,8 = 6400$	$20,83\,.\,0,24 = 5$	$1280 - 150 = 1130$	0,9	2,5	0,16295	0,85985	0,68788
Braunkohlen	$5500\,.\,0,68 = 3700$	$13,64\,.\,0,25 = 3,4$	$1100 - 150 = 950$	0,9	1	0,23170	0,81150	0,55182

	$T_2 - t = (T_3 - t)\frac{1}{1+h}$	$\mathfrak{K}_2 = \frac{(Q - t_0)\,b\,(1+h)^2}{(T_3 - t)\,q\,c}$	$\frac{s}{B_2} = \frac{q\,c\,(T_3 - t)}{(Q - t_0)(1+h)}$	$\frac{F}{B_2} = \frac{b}{f}\cdot h$	$\frac{F}{s} = \frac{b}{f}\cdot h \cdot \frac{(1+h)(Q - t_0)}{q\,c\,(T_3 - t)}$
Steinkohlen	158,34	0,38295	7,5915	0,45264	0,05963
Braunkohlen	178,63	0,30087	4,0956	0,25763	0,06276

Es ist bemerkenswerth, dass bei dem hier angenommenen Kohlenpreisverhältniss von 2,5 : 1 der Kessel für Braunkohlen nur wenig grösser zu sein braucht als der für Steinkohlen. Dem Gewicht nach sind aber 1,85 mal mehr Braunkohlen als Steinkohlen zu verbrennen; das giebt, den Cubikmeter Steinkohlen zu 900^k und den von Braunkohlen zu 700^k gerechnet, ein Raumverhältniss von 2,38 : 1. Die Schichthöhen der Kohlen von gleicher Korngrösse können sich aber, gleiche Zugkraft des Schornsteins vorausgesetzt, umgekehrt wie die Quadrate der Durchgangsgeschwindigkeiten der Luft, im vorliegenden Falle wie $2^2 : 3^2$ verhalten. Das giebt $2,38\,.\,\frac{4}{9} = 1,06$, fast dasselbe Verhältniss wie das der Heizflächen. Des Umstandes wegen, dass die Asche der Braunkohlen mehr als die der Steinkohlen die Zwischenräume verstopft, ist es gerathen, den Braun-

*) In der oben citirten Quelle giebt Hr. O. H. Müller die Minderausbeute durch Vorfeuerung auf 15 bis 20 pCt. an. Aus den Noeggerath'schen Versuchen berechnet sich der Ausfall sogar im Mittel auf 25 pCt.

kohlenrost noch etwas grösser als in dem berechneten Verhältniss zu machen.

Für Braunkohlenbrand sind Treppenroste zweckmässig, oder auch für nichtschlackende Kohlen dünnstäbige Planroste, wie etwa der Mehl'sche (Bd. XV, S. 352). Die Stäbe dieses Rostes sind 323^{mm} lang, 6^{mm} dick, der Spalt 2^{mm} weit. Die Köpfe der Stäbe zweier auf einander folgender Lagen stossen nicht gegen einander, sondern liegen neben einander und sind an ihren oberen Stirnecken so stark abgerundet, dass der Schürhaken ohne anzustossen über die Rostfläche hinweggleiten kann. Die Querschnittsform der Rostbalken ist die einer umgekehrten Stimmgabel.

Ein Blick auf die Gl. (20) und ihre zergliederte Form:

$$\mathfrak{K}_2 = \frac{Q - t_0}{\frac{k_0}{b} \cdot \eta_1 - \frac{q c t}{b}} \left[1 + \frac{q c}{b} \sqrt{\frac{f}{\mathfrak{m}\left(\frac{k_0}{b} \cdot \eta_1 - \frac{q c t}{b}\right)}}\right]^2 \quad (20a)$$

zeigt, dass die Productionskosten des Dampfes einerseits nahezu den Kohlenpreisen proportional sind, andererseits aber in noch höherem Masse von der Heizraumtemperatur abhängig sind. Eine möglichst hohe Temperatur erzielt man mit Brennmaterial, welches einen grossen Heizwerth hat, weiterhin aber, diesen dem Kohlenpreise proportional angenommen, durch einen hohen Wirkungsgrad der Feuerung bei einem möglichst geringen Luftverbrauch. Diese für die Dampferzeugungskosten so sehr massgebenden Grössen sind aber wesentlich von der Tüchtigkeit des Heizers abhängig, bezw. von dem Lohn, bei welchem man Fleiss mit Intelligenz gepaart verlangen kann.

Vorwärmung des Speisewassers.

Durch diese werden laut Gl. (20) die Dampfproductionskosten selbst zwar einerseits vermindert, andererseits werden aber die Gesammtkosten durch diejenigen Kosten erhöht, welche die Beschaffung vorgewärmten Speisewassers verursacht. Es sollen nun die Bedingungen aufgesucht werden, unter welchen unter Anwendung eines Vorwärmers jene Kostensumme ein Minimum wird.

Gegenstromvorwärmer.

Ein solcher Vorwärmer wird durch die von dem eigentlichen Dampferzeuger abziehenden Gase geheizt, und zwar so, dass dem Strom dieser Gase entgegen das Speisewasser dem Hauptkessel zugeführt wird.

Bezeichnet werde nunmehr mit:

- T_2 die Uebergangstemperatur der Heizgase vom Hauptkessel zum Vorwärmer (statt der bisherigen Schornsteintemperatur),
- T_1 die Endtemperatur am Vorwärmer (jetzige Schornsteintemperatur),
- T allgemein von T_2 bis T_1 abnehmend,
- U im Allgemeinen die Vorwärmfläche,
- x im Allgemeinen die Wassertemperatur,
- V die ganze Vorwärmfläche,
- t_v die erzielte Temperatur des Speisewassers.

Die Zusammengehörigkeit der so bezeichneten Grössen ersieht sich leicht aus der folgenden Anordnung:

$$\begin{array}{lcccl} & & \leftarrow\quad\leftarrow & & \\ t_v & \ldots\ldots & x & \ldots\ldots & t_0 \\ 0 & \ldots\ldots & U - dU & \ldots\ldots & V \\ T_2 & \ldots\ldots & T - dT & \ldots\ldots & T_1 \\ & & \rightarrow\quad\rightarrow & & \end{array}$$

Analog der Gl. (9) ist:

$$\mathfrak{m}\, dU (T - x)^2 = - B\, q c\, dT \quad . \quad . \quad (40)$$

Für die von den Heizgasen auf das Wasser übergeleiteten Wärmemengen hat man aber:

$$(t_v - x)\, s = B\, q c\, (T_2 - T) \quad . \quad . \quad . \quad (41)$$

und

$$(t_v - t_0)\, s = B q c\, (T_2 - T_1) \quad . \quad . \quad . \quad (41a)$$

folglich:

$$T - x = (t_v - t_0) \frac{T_2 - T}{T_2 - T_1} + T - t_v \quad . \quad . \quad (42)$$

das liefert:

$$dU = \frac{- B q c\, dT}{\mathfrak{m}\left[(t_v - t_0) \frac{T_2 - T}{T_2 - T_1} + T - t_0\right]^2}$$

$$dU = \frac{- B q c\, dT}{\mathfrak{m}\left[T_2 - t_v - (T_2 - T)\left(1 - \frac{t_v - t_0}{T_2 - T_1}\right)\right]^2} .$$

$$V = \int_{T_2}^{T_1} dU \quad \text{liefert}$$

$$\frac{V}{B} = \frac{q c\, (T_2 - T_1)}{\mathfrak{m}\, (T_2 - t_v)\, (T_1 - t_0)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (43)$$

und wegen (41a):

$$\frac{V}{B} = \frac{t_v - t_0}{\mathfrak{m}\, (T_2 - t_v)\, (T_1 - t_0)} \text{ *)} \quad . \quad . \quad (43a)$$

Minimalkosten.

Zur Berechnung derselben übergehend mögen unter Beibehaltung der früheren Bezeichnungen noch sein:

- $\mathfrak{K}_g$ die beweglichen Kosten der Erzeugung von 1^k Dampf aus Wasser von t_0 Grad.
- f_g die stündlichen Kosten der Vorwärmfläche pro Quadratmeter.

Die Rechnung wird dadurch etwas vereinfacht, dass man den mit der Praxis in der Regel übereinstimmenden Fall annimmt, dass das Speisewasser durch den Gegenstromvorwärmer bis zur Dampftemperatur erwärmt wird. Dem Folge gebend ist $t_v = t$.

Man hat nun analog Gl. (16):

$$\mathfrak{K}_g = B b + F f + V f_g \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (44)$$

Ferner:

$$B = \frac{s\,(Q - t)}{q c\,(T_3 - T_2)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (45)$$

$$B = \frac{s\,(t - t_0)}{q c\,(T_2 - T_1)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (45a)$$

---

*) Für einen Mitstromvorwärmer von der Heizfläche V_m ist nur wieder das Product der Temperaturunterschiede an den Ein- und Austrittsstellen in den Nenner der Gl. (43) zu setzen, also:

$$\frac{V_m}{B} = \frac{q c\,(T_2 - T_1)}{\mathfrak{m}\,(T_1 - t_v)\,(T_2 - t_0)}$$

und man hat:

$$\frac{V_m - V}{V} = \frac{(T_2 - T_1)\,(t_v - t_0)}{(T_1 - t_v)\,(T_2 - t_0)} ;$$

diese Gleichung giebt das Verhältniss an, in welchem ein Mitstromvorwärmer grösser als ein Gegenstromvorwärmer sein muss, um dasselbe wie dieser zu leisten.

Aus dieser und der Gl. (10):

$$F = \frac{s\,(Q-t)}{\mathfrak{m}\,(T_3-t)\,(T_2-t)} \quad . \ . \ . \ . \quad (46)$$

Auch noch aus Gl. (43a):

$$V = \frac{s\,(t-t_0)}{\mathfrak{m}\,(T_2-t)\,(T_1-t_0)} \quad . \ . \ . \ . \quad (47)$$

in welcher Gleichung noch T_1 als Function von T_2 darzustellen ist, um schliesslich $\mathfrak{K}_g$ nur von dem T_2 als Urvariablen abhängig erscheinen zu lassen. Zu dem Ende vergleiche man (45) mit (45a) und man hat:

$$\frac{T_2-T_1}{T_3-T_2} = \frac{t-t_0}{Q-t} \quad . \ . \ . \ . \ . \quad (48)$$

oder aufgelöst:

$$T_3\,(t-t_0) - T_2\,(Q-t_0) + T_1\,(Q-t) = 0.$$

Hierzu addirt die identische Gleichung

$$-Q\,(t-t_0) + t\,(Q-t_0) - t_0\,(Q-t) = 0$$

liefert:

$$(T_3-Q)\,(t-t_0) - (T_2-t)\,(Q-t_0) + (T_1-t_0)\,(Q-t) = 0 \quad (49)$$

Mit Hilfe dieser geht die Gl. (47) über in

$$V = \frac{s\,(Q-t)}{\mathfrak{m}\,(T_2-t)\left[(T_2-t)\,\frac{Q-t_0}{t-t_0} - (T_3-Q)\right]} \quad . \ . \quad (50)$$

Durch Einsetzung der Gl. (45), (46) und (50) in (44) erhält man:

$$\mathfrak{K}_g = \frac{(Q-t)b}{qc}\left[\frac{1}{T_3-T_2} + \frac{f.qc}{\mathfrak{m}b\,(T_3-t)(T_2-t)} + \frac{f_g\,.\,qc}{\mathfrak{m}b\,(T_2-t)\left[(T_2-t)\frac{Q-t_0}{t-t_0} - T_3 + Q\right]}\right]$$

Bedient man sich ausser der früheren Vereinfachung $\frac{f.qc}{\mathfrak{m}b\,(T_3-t)} = h^2$ (18) auch noch der:

$$\frac{T_2-t}{T_3-t} = r_2 \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \quad (51)$$

so erhält man nach gehöriger Einrichtung:

$$\mathfrak{K}_g = \frac{(Q-t)\,b}{qc\,(T_3-t)}\left[\frac{1}{1-r_2} + \frac{h^2}{r_2} + \frac{f_g\,h^2}{f\,r_2\left[r_2\,\frac{Q-t_0}{t-t_0} - \frac{T_3-Q}{T_3-t}\right]}\right] \quad (52)$$

Bezeichnet man die Werthe von r_2 und T_2, für welche $\mathfrak{K}_g$ ein Minimum $\mathfrak{K}_{g0}$ wird, mit r und T_g, so wird für $\frac{d\,\mathfrak{K}_g}{d\,r_2} = 0$:

$$\left(\frac{r}{1-r}\right)^2 \cdot \frac{1}{h^2} - 1 = \frac{f_g}{f} \cdot \frac{2r\,\frac{Q-t_0}{t-t_0} - \frac{T_3-Q}{T_3-t}}{\left[r\,\frac{Q-t_0}{t-t_0} - \frac{T_3-Q}{T_3-t}\right]^2} \quad (53)$$

Da eine directe Berechnung von r aus dieser Gleichung allzu schwierig ist, so möge dieselbe dazu dienen, für eine Reihe von für r angenommenen Werthen die dazu gehörigen Preisverhältnisse $\left(\frac{f_g}{f}\right)$ zu ermitteln. Aus der so aufgestellten Reihe findet man alsdann für ein gegebenes $\left(\frac{f_g}{f}\right)$ den verlangten, in die Gleichungen (51) und (52) einzusetzenden Werth von r. Also:

$$T_g - t = r\,(T_3-t) \quad . \ . \ . \ . \quad (54)$$

$$\mathfrak{K}_{g0} = \frac{(Q-t)\,b}{qc\,(T_3-t)}\left[\frac{r}{1-r} + \frac{h_2}{r} + \frac{f_g\,h^2}{f\,r\left[r\,\frac{Q-t_0}{t-t_0} - \frac{T_3-Q}{T_3-t}\right]}\right] \quad (55)$$

Weitere Substitutionen in die Gleichungen (48) (45) (46) (50) liefern für T_1 B F V als den Minimalkosten entsprechende Werthe.

Angenommen: $t = 153$; $t_0 = 13$; $Q = 653$; $T_3 = 1283$; $b = 2$ und $f = 1$; dann ist für einen

Gegenstromkessel

	r	$\frac{f_g}{f}$	T_g	T_1	$\frac{s}{B}$	$\frac{F}{s}$	$\frac{V}{s}$	$\frac{F+V}{s}$	$\mathfrak{K}_{g0}$	η_2	$\eta = \eta_1 . \eta_2 = 0,8 . \eta_2$
1	0,1610	0,0000	335	70	9,48	0,04052	0,22764	0,26816	0,25148	0,946	0,756
2	0,2585	0,4942	445	210	8,38	0,02526	0,04052	0,06578	0,28387	0,836	0,669
3	0,2900	0,9915	481	256	8,02	0,02248	0,02932	0,05180	0,30078	0,800	0,640
		Nicht-		T_2	$\frac{s}{B_2}$			$\frac{F_2}{s}$	$\mathfrak{K}_2$		
4	gegenstromkessel			335	7,41			0,05185	0,32191	0,739	0,591

Die erste Reihe der vorstehenden Tabelle hat insofern eine nur theoretische Bedeutung, als $f_g = 0$, d. i. eine kostenlose Beschaffung des Vorwärmers nicht wohl denkbar, vielmehr billigsten Falles f_g aus dem Altwerth eines als Vorwärmer verwendbaren Cylinders zu berechnen ist. Unsere Rechnung verlangt mit $\frac{V}{s} = 0{,}22764$ eine sehr grosse Vorwärmfläche, wie es, da dieselbe nichts kostet, auch nicht anders zu erwarten ist. Aus demselben Grunde verursacht die Erzeugung von 1[k] Wasser — von den stehenden Kosten abgesehen — den geringsten Kostenaufwand von 0,25148 Pf. Die noch hinzukommenden und wie früher zu berechnenden stehenden Kosten sind aber noch um einen aus der nothwendigen Erhöhung des Schornsteins erwachsenden Betrag zu vermehren. Die Zugwiderstände, welche in den Canälen des Vorwärmers auftreten, müssen durch einen Zusatz zur ursprünglichen Schornsteinhöhe ausgeglichen werden.

Die zweite Reihe verdankt ihre Entstehung der Annahme, dass für gewöhnlich der Quadratmeter Vorwärmfläche halb so viel kostet als der Quadratmeter Verdampffläche.

In der dritten Reihe ist der Fall vorgesehen, dass der Hauptkessel einfach um das für die Vorwärmung nöthige Mass verlängert wird. Diese Art von Vorwärmung hat nicht nur Anwendung auf einen einzugigen Kessel, wie etwa der Henschel'sche mit

der starken Neigung nach hinten und dem sich nur auf den vorderen Theil erstreckenden Dampfraum, sondern beispielsweise auch auf einen Lancashire-Kessel mit Hin-Her- und Hinzug der Heizgase. Da aber alsdann beim Herzug nicht Gegen- sondern Mitströmung stattfindet (vergl. Anm. zu Gl. 43a), so wird zwar das Princip der Gegenströmung nicht streng durchgeführt, aber ohne einen wesentlich nachtheiligen Einfluss jener Modification auf das Endresultat.

Jedenfalls muss an der Verdampfungsgrenze — da wo F aufhört und V beginnt — eine zur Kesselaxe normale Scheidewand eingesetzt werden, welche zwar eine Vermischung des Vorwärmwassers mit dem in Dampfbildung begriffenen verhindert, jedoch noch jenem genügenden Durchlass gewähren muss. Ein Sicherstrecken des Dampfraumes über das vorzuwärmende Wasser hin wird der Ruhe und der schlechten Wärmeleitung des letzteren wegen weiter keine Folgen haben als ein Erwärmen der oberen Schicht auf die Dampftemperatur.

Nun geht aber aus einem Vergleich der Reihen 3 und 4 hervor, dass bei gleicher Grösse eines Gegenstrom- und eines Nicht-Gegenstromkessels jener um 6 pCt. billigeren Dampf liefert als dieser, und es sich deshalb lohnt, die vorgeschlagene Einrichtung zu machen, deren billige Beschaffung die stehenden Kosten nicht nennenswerth erhöht.

Nichtstetigkeit der Feuerung, der Speisung und des Dampfverbrauches.

Während die verhältnissmässig hohe Austrittstemperatur T_2 eines Kessels ohne Vorwärmer einer bedeutenden Reduction durch verminderten Kohlenverbrauch fähig ist, ohne eine fühlbare Beeinträchtigung der Zugkraft des Schornsteins, steht bei einer wesentlich schwächeren als der normalen Feuerung eines Gegenstromkessels eine zu weit gehende Depression der schon an und für sich niedrigeren Schornsteintemperatur T_1 zu befürchten.*) Die aus einem fortgesetzt zu schwachen Feuern entspringenden Nachtheile können so erheblich sein, dass es gerathen ist, den Vorwärmer ganz abzuwerfen.

*) Die nicht schwierige directe Berechnung von T_1 für ein gegebenes nB statt des vortheilhaftesten B übergehen wir, als nicht in dem Masse wichtig, wie dieser von uns beanspruchte Raum werthvoll ist.

Eine Forcirung der Feuerung ($n > 1$) hat eine Verschiebung der Verdampfungsgrenze in den Vorwärmer hinein zur Folge.

Eine andere Ursache einer derartigen Verschiebung ist die periodische Speisung des Vorwärmers.

Nachdem die Speisevorrichtung abgestellt ist, erhält die Verdampfungsgrenze eine fortschreitende Bewegung mit einer sich etwas verzögernden Geschwindigkeit, welche anfänglich derjenigen gleich ist, mit der das Speisewasser bei gleichförmiger Speisung im Vorwärmer fortschreiten würde. Selbstverständlich nimmt während des Speisens die Dampfgrenze eine rückschreitende Bewegung an, und eine um so raschere, je kürzer die Speisedauer im Vergleich zur ganzen Periode ist. Von dieser und dem Querschnitt des Vorwärmers hängt es ab, wie weit sich die Dampfbildung in den Vorwärmer hinein erstreckt.

Will man wegen des Mangels an einem Dampfraum im Vorwärmer darin jede Dampfbildung überhaupt vermeiden, so muss man den Vorwärmer zu Gunsten des Hauptkessels so viel verkleinern $\left(\frac{F}{V}\right.$ vergrössern bei ungeändertem $\left.(F+V)\right)$, dass das Wasser erst am Ende der Speisepause mit der Dampftemperatur in den Dampfkessel übertritt. Die durchschnittliche Temperatur ist zwar alsdann eine etwas niedrigere als die in der Rechnung angenommene, jedoch ist weder diese noch die vordem beregte Abweichung von erheblichem Einfluss auf den Productionskostenpunkt.

Indem wir noch hervorheben, dass der Zustand des Vorwärmers um so weniger schwankt, je grösser sein Rauminhalt ist, erinnern wir gleichzeitig an die Vorzüge, welche in fast allen Fällen ein viel Wasser haltender Dampfkessel vor einem wasserarmen von gleicher Heizfläche hat. Das Wasser, als eigentlicher Wärmespeicher wirkend, hält die durch die periodische Feuerung und unregelmässigen Dampfverbrauch hervorgerufenen Schwankungen der Dampfspannung innerhalb mässiger Grenzen.*)

*) Diese Abhandlung erscheint binnen Kurzem als Separatabdruck im Commissionsverlage von R. Gaertner in Berlin.

Ueber Kesselsteinbildungen und deren Verhütung.

Von Dr. **F. Fischer.**

(Vorgetragen in der Sitzung des Hannoverschen Bezirksvereines vom 20. October 1876.)

(Fortsetzung statt Schluss von Seite 79.)

Offenbar kann die Frage, ob und in welcher Weise Zinkeinlagen auf die Kesselsteinbildungen Einfluss haben, nur auf experimentellem Wege gelöst werden. Hr. Fabrikant A. Knövenagel, Vorsitzender des hannoverschen Dampfkesselrevisions-Vereines, war so freundlich, mir zur Ausführung folgender Versuche den in Holzschnitt Fig. 1 und 2 in $\frac{1}{6}$ natürlicher Grösse abgebildeten Dampfkessel anfertigen zu lassen. Ein Stück Flammrohr A wurde an einem Ende mit einer eisernen Platte verschlossen, in welcher das Sicherheitsventil a befestigt ist. Die gegenüber stehende Platte mit dem Manometer b und dem Glasröhrchen c ist mit Schrauben befestigt. Das Ganze ruht auf dem eisernen Gestell d.

Zunächst wurde durch das Glasrohr *c* ein starker Eisendraht eingeführt, dessen anderes Ende mit verschiedenen Stellen der äusseren Kesselfläche verbunden werden konnte, der Kessel mit Wasser zu etwa $\frac{2}{3}$ gefüllt und durch untergesetzte Gasflammen auf etwas über 2 Atm. Dampfdruck erhitzt, so dass das Sicherheitsventil kräftig abblies. Weder mit destillirtem Wasser, noch mit verschiedenen Lösungen im Kessel konnte, wie bereits erwähnt, nach Einschaltung eines sehr empfindlichen Galvanometers die geringste Spur von Elektricität wahrgenommen werden.

Fig. 1

Fig. 2

Es wurden nun an das ins Kesselwasser hineinragende Ende des Eisendrahtes 90^{g} der bekannten kleinen Stäbchen von reinem Zink in der Weise leitend befestigt, dass dieselben ihrer ganzen Länge nach die Kesselwand berührten. Dann wurde 1^{l} einer gesättigten Lösung von krystallisirtem Gyps in destillirtem Wasser eingeführt, und der Kessel durch Gasflammen bis auf 2 Atm. Ueberdruck erhitzt. Das aus dem Kessel hervortretende Ende des Eisendrahtes wurde nun durch Klemmschrauben mit einem Kupferdraht verbunden, der zweimal um eine Bussole gewickelt war. Das andere Ende des Kupferdrahtes war wieder mit einem Eisendraht verbunden, der zeitweilig mit der äusseren Kesseloberfläche in leitende Verbindung gesetzt wurde. Diese Anordnung wurde so gewählt, um etwaige Thermoströme möglichst zu vermeiden. Wurde in dieser Weise die Leitung auf wenige Augenblicke geschlossen, so gab die Magnetnadel anfangs einen Ausschlag von 8°; der Strom ging hierbei von der äusseren Kesseloberfläche zum Zink. Die vom Kesselbleche abgewendete Seite des Zinkes war demnach negativ, die dem Eisen zunächst liegende Seite aber positiv, die innere Fläche des Kessels negativ, die äussere positiv elektrisch.

Der Versuch wurde 4 Tage lang in der Weise fortgesetzt, dass der Kessel täglich 4 bis 6 Stunden auf 2 Atm. Ueberdruck erhitzt, das verdampfte Wasser aber durch Gypslösung ersetzt wurde. Der beim Schliessen des Leitungsdrahtes auftretende Strom nahm rasch ab, bis er am Abend des vierten Tages nur noch mit dem Multiplicator nachgewiesen werden konnte. Wurde bei gleicher Anordnung der Apparate, aber ohne Zinkeinlagen, eine Batterie von 6 Leclanché-Elementen in die Leitung eingeschaltet, so gab die Nadel einen Ausschlag von 25°; dieselbe Batterie lieferte in einem Wasserzersetzungsapparate in 10 Minuten 5^{cc},4 Wasserstoff. Da nun die Stromstärken den Tangenten der Ablenkungswinkel proportional sind, so würde der beim Schliessen des Leitungsdrahtes anfangs entstandene Strom in 10 Minuten 1^{cc},64 oder 0^{mg},15 Wasserstoff entwickelt haben, also kaum 0,015 Einheiten betragen. Dieser Strom war also selbst in den ersten Stunden des Versuches nur gering; werden die Klemmschrauben gelöst, oder ist das Zink überhaupt nicht durch isolirte Leitung mit der Kesseloberfläche verbunden, so sind zwar die elektrischen Spannungen vorhanden, dass aber auch dieselben elektrischen Ströme da sein sollten, ist doch wol nicht anzunehmen.

Als fast 7^{l} der reinen Gypslösung verdampft waren, wurde der Kessel geöffnet. Das Zink hatte seinen Metallglanz verloren und war mit einer dünnen Schicht von schwefelsaurem Kalk und Zinkoxyd, theilweise auch wol basisch schwefelsaurem Zinkoxyd, überzogen. Auf der Feuerplatte des Kessels sass eine 2^{mm} dicke, fest anhaftende Schicht von schwefelsaurem Kalk, der übrige Wasserraum des Kessels war mit einer sehr dünnen Gypsschicht ausgekleidet. Das Kesselinnere, namentlich der Dampfraum, war verrostet.

Das Kesselwasser reagirte neutral und war völlig frei von Zink. Die nur geringe Menge des ausgeschiedenen Schlammes bestand aus:

Eisenoxyd	15,01
Zinkoxyd	51,72
Kalk	4,52
Schwefelsäure	12,82
Wasser, Verlust	15,93
	100,00.

Zinkeinlagen verhindern demnach die Kesselsteinbildung und das Rosten der Bleche selbst dann nicht, wenn auch reines Gypswasser zum Speisen der Kessel verwendet wird.

Der Versuch wurde wiederholt, der Kessel aber mit einer Lösung von Calcium- und Magnesiumbicarbonat gespeist; dieselbe wurde durch Einleiten von Kohlensäure in destillirtes Wasser, in welchem reiner kohlensaurer Kalk und Magnesia suspendirt war, hergestellt. Die Magnetnadel gab anfangs einen Ausschlag von $4^0,5$, am vierten Tage gab selbst die astatische Nadel des Multiplicators nur geringen Ausschlag. Die Leitungsfähigkeit der Drähte, Verbindungsstellen u. dgl. wurde wie bei den übrigen Versuchen durch eine kleine Thermosäule nachgewiesen. Der Kessel war beim Oeffnen am vierten Tage mit einer dünnen, nicht sehr fest haftenden Schicht der Carbonate ausgekleidet, welche vom Wasser schwierig benetzt wurde. Das Zink war nur wenig angegriffen. Das Wasser enthielt kein Zink gelöst, der Schlamm nur zweifelhafte Spuren von Zinkoxyd.

Es wurde jetzt ein Versuch in gleicher Weise mit einer Lösung von 100^g reinem krystallisirtem Chlormagnesium in 1^l destillirtem Wasser, aber ohne Zinkeinlagen, gemacht. Das verdampfte Wasser wurde durch destillirtes Wasser ersetzt. Die Entwickelung von Elektricität konnte auf keine Weise aufgefunden werden. Die aus dem Sicherheitsventil entweichenden Dämpfe reagirten sauer. Als der Kessel am dritten Tage geöffnet wurde, zeigte sich die ganze innere Fläche desselben sehr stark angegriffen. Das Eisen war im Dampfraum mit einer dicken rothbraunen Rostschicht bedeckt, im Wasserraum metallisch blank, aber von millimetertiefen Furchen wurmfrassartig durchzogen. Das etwa 400^{cc} betragende Kesselwasser war schwarz von suspendirtem magnetischem Eisenoxyd, reagirte neutral und enthielt in 100^{cc} soviel Eisen gelöst als 43^{mg} Eisenchlorid entspricht. Es konnten 22^g eines schwarzen Schlammes gesammelt werden, der aus Fe_3O_4 mit Eisenoxydhydrat $[Fe_2(OH)_6]$ und wenig Magnesiumoxychlorid bestand.

Chlormagnesiumhaltige Speisewässer sind demnach in der That für Dampfkessel sehr gefährlich. Soll ein magnesiumhaltiges Wasser verwendet werden, so ist die Reinigung mit Chlorbarium nicht unbedenklich und Soda vorzuziehen. Wird das Wasser nach dem de Haën'schen Verfahren gereinigt, so ist die zur Ausfällung der Magnesia erforderliche Kalkmilch bis zur schwach alkalischen Reaction anzuwenden, ohne jedoch zu starken Ueberschuss von Kalkmilch zu nehmen. Beim Verfahren von Schulze ist diese Gefahr leichter zu vermeiden.

Derselbe Versuch wurde wiederholt, jedoch unter Mitanwendung von 90^g Zinkstäbchen. Die entweichenden Dämpfe reagirten dieses Mal nicht sauer. Der beim jedesmaligen Schliessen der Leitung auftretende Strom nahm so rasch ab, dass er schon nach wenigen Stunden nur noch mit dem Multiplicator nachzuweisen war. Als der Versuch am dritten Tage unterbrochen wurde, war fast die ganze innere Fläche des Kessels verrostet, wenn auch längst nicht so stark als dies ohne Anwendung von Zink der Fall gewesen war; selbst der feine Eisendraht, welcher die Zinkstäbchen zusammenhielt, war verrostet.

Auf der Feuerplatte hatte sich eine 2^{mm} dicke, grünlich gefärbte, ziemlich fest anhaftende Kruste abgesetzt, welche senkrecht zur Ablagerungsfläche mit vielen haarfeinen Löchern durchbohrt war; es konnten von derselben $14^g,5$ gesammelt werden. Die Analyse ergab:

Chlor	5,78
Zinkoxyd	68,89
Magnesia	7,24
Eisenoxyd	10,01
Wasser, Verlust	8,08
	100,00.

Das Zink war mit einer leicht abspringenden Magnesium- und Zinkoxyd haltigen Schicht bedeckt. Das Kesselwasser reagirte neutral und enthielt in 100^{cc}:

Magnesiumchlorid	3917^{mg}
Zinkchlorid	117
Eisenchlorür	52.

Zinkeinlagen vermögen die schädliche Wirkung des Chlormagnesiums demnach wol zu verringern, aber nicht zu verhüten.

Als eine Chlorcalciumlösung im offenen eisernen Topfe mit einem dicken Stück Zink zum Kochen erhitzt wurde, trat eine lebhafte Gasentwickelung ein. Zur näheren Untersuchung dieser Erscheinung wurden folgende Versuche ausgeführt. In Kochfläschchen von 100^{cc} Inhalt wurde ein 13^{cm} langes Stäbchen von reinem Zink, 15^g schwer, in 3 Stücke zerbrochen, theils allein, theils mit einem 24^{cm} langen, $1^g,8$ schweren blanken Eisendraht umwickelt, eingeführt. Die Kochfläschchen wurden nun mit den betreffenden, siedend heissen Lösungen vollständig gefüllt und mit einem durchbohrten Kautschukstopfen geschlossen, welcher ein passend gebogenes Glasrohr trug, um die etwa entwickelten Gase über Wasser auffangen zu können.

1) Zink und 2 procentige Chlorcalciumlösung. Nach 24 stündigem, ruhigem Stehen war keine Veränderung wahrzunehmen. Beim zweistündigen Erhitzen auf 100^0 entwickelten sich einige Gasbläschen, das Zink verlor seinen Metallglanz, die Flüssigkeit trübte sich schwach durch Abscheidung eines geringen weissen Niederschlages.

2) Derselbe Versuch mit einer 2 procentigen Chlormagnesiumlösung. Auch hier bildeten sich nur wenige Flocken.

3) Zink und Eisendraht einzeln, so dass sie sich nicht unmittelbar berührten, mit Chlormagnesiumlösung. Nach 24 Stunden ruhigem Stehen hatten sich nur wenige Gasbläschen gebildet; der auf dem Zink abgelagerte Schlamm war von Eisenrost gelblich gefärbt. Als die Flüssigkeit 2 Stunden lang auf 95 bis 100^0 erwärmt

wurde, entwickelten sich anfangs einige Gasbläschen, aber sowol vom Zink als vom Eisen aus. Bald verloren beide ihren Metallglanz, und damit wurde jede weitere Einwirkung unmerklich. Der ziemlich reichlich gebildete Niederschlag setzte sich pulverförmig ab, die Lösung reagirte neutral und enthielt kein Zink.

4) Derselbe Versuch, die Zinkstäbchen waren aber mit dem Eisendraht fest umwickelt. Nach 24 Stunden hatten sich $0^{cc},8$ Wasserstoff entwickelt, das Zink war von einem voluminösen Niederschlag eingehüllt, der von einigen Gasbläschen durchbrochen wurde. Zwei Stunden auf 95 bis 100° erhitzt, entwickelten sich 12^{cc} Wasserstoffgas. Das Zink verlor seinen Metallglanz, das Eisen wurde grauschwarz und fast ganz von einer dünnen weissen Kruste eingehüllt, während das Zink ohne Kruste blieb. Die Wasserstoffentwickelung nahm dabei rasch ab, hatte aber selbst nach 24 Stunden noch nicht völlig aufgehört. Die Lösung reagirte schwach alkalisch und enthielt Spuren von Zink.

5) Mit Eisen umwickelte Zinkstäbchen und Chlorcalciumlösung hatten am anderen Tage 1^{cc} Wasserstoff entwickelt. Das Zink war ebenfalls von einer voluminösen Hülle umgeben, welche von einzelnen Wasserstoffbläschen durchbrochen war. Auf 95 bis 100° erwärmt, wurden innerhalb $2\frac{1}{2}$ Stunden 24^{cc} Wasserstoff erhalten. Die Gasentwickelung wurde aber immer schwächer, so dass sie am Ende des Versuches fast unmerklich war; Zink und Eisen verloren ihren Metallglanz. Der gebildete Niederschlag setzte sich pulverförmig ab, die Flüssigkeit reagirte alkalisch, enthielt aber kein Zink.

6) Derselbe Versuch, mit einer gesättigten Gypslösung ausgeführt, gab nach 24stündigem Stehen keine Veränderung. Zwei Stunden auf 100° erhitzt, entwickelten sich $4^{cc},8$ Wasserstoff; das Zink hatte seinen Metallglanz völlig verloren, das Eisen war theilweise grauschwarz angelaufen. Die Lösung reagirte neutral und enthielt kein Zink.

(Schluss folgt.)

Ueber Constructionsverhältnisse von Fallblöcken der Dampfhämmer.

Von **Emil Ruchholz.**

(Hierzu Tafel IX und X.)

Die Figuren 1 bis 26 auf Tafel IX stellen eine Anzahl von Fallblöcken ausgeführter Dampfhämmer dar. Dieselben zeigen in ihren Dimensionsverhältnissen bedeutende Abweichungen von einander, trotzdem dieselben mit geringen Modificationen alle dieselben Bedingungen zu erfüllen haben. Mannigfache Gelegenheit, die Hämmer, denen diese Blöcke angehören, mit Ausnahme der in Fig. 19 bis 24 dargestellten, zu beobachten und bei dem Bau derselben thätig zu sein, gab Anlass zu Vergleichen, deren Resultate ich hier niederlegen will. Fig. 19 bis 21 sind der Zeitschrift „Engineering" entlehnt und der Bär des von der Firma Kamp & Co. auf die Wiener Weltausstellung gesandten Hammers. Fig. 22 bis 24 sind aus den „Zeichnungen der Hütte", Jahrgang 1868.

Die Bedingungen, welche ein Hammerbär zu erfüllen hat, sind der Hauptsache nach folgende:

1) Muss derselbe das nöthige Fallgewicht herstellen,
2) das Werkzeug oder den Kern fassen,
3) das Werkzeug in einer bestimmten Bahn, d. h. lothrecht führen,
4) den Angriffspunkt der Kraft — die Kolbenstange — fassen.

Das Fallgewicht eines Dampfhammers setzt sich zusammen aus dem Bärgewicht, aus dem des Hammerkernes und dem der Kolbenstange sammt Kolben. Das Gewicht der letzteren Theile kann man mit $\frac{1}{4}$ des Fallgewichtes veranschlagen. Für kleinere Hämmer ist dieser Factor allerdings grösser und bei schwereren etwas kleiner, schwankt indess zwischen diesen Grenzen so, dass eine Correctur leicht ausführbar ist, um ein bestimmt vorgeschriebenes Fallgewicht zu erhalten. Bezeichnet daher:

G das gesammte Fallgewicht in Kilogramm,
P das Bärgewicht, so ist:

$$P = 0{,}75\, G.$$

Hierbei ist selbstredend nur an Hämmer mit dünner Kolbenstange gedacht. Ferner mag hier die Bemerkung Platz finden, dass die Betrachtungen fast ausschliesslich für Hämmer gelten, welche durch Schmieden von Stahl stark beansprucht werden, wie dies bei dem Verarbeiten der Bessemerstahl-Blöcke der Fall ist. Bei Hämmern zum Drücken der Luppen ändern sich die Bedingungen etwas.—

Bei der Befestigung des Kernes am Bär sind Einfachheit und leichte Lösbarkeit die Hauptbedingungen. Die Praxis wendet vorzugsweise nur zwei Constructionen an. Die eine ist die Construction mit schwalbenschwanzförmigem Zapfen, die andere diejenige mit rundem Stiel. Die erstgenannte Befestigungsart ist häufiger zu finden als die letztere, obwol diese die vortheilhaftere zu sein scheint, denn die Bearbeitung des Schwalbenschwanzes ist nicht so einfach und leicht, als dies bei dem Stiel der Fall ist. Man wird selten in der Lage sein, jene Flächen am Bär hobeln zu können, sondern meistens diese Arbeit von Hand mit dem Meissel ausführen müssen. Bei der zweiten Anordnung geschieht die Bearbeitung dieser Flächen gleichzeitig mit dem Ausbohren des Loches für die Kolbenstange. Zu diesem Zweck muss allerdings im Bär eine Oeffnung sein, durch welche man eine Bohrstange ziehen kann.

Bei der ersten Construction sind wol die Zapfen weniger dem Brechen ausgesetzt, weil der Bruchquerschnitt grösser als bei der zweiten ausfällt, dagegen

werden die Nasen am Bär stark beansprucht, so dass dieselben leicht zu Bruche gehen. Die Beanspruchung der Nasen erfolgt einestheils durch den Keil, dann aber können bedeutende Inanspruchnahmen stattfinden, wenn die Fläche des Kernes einseitig oder nur in der Mitte aufliegt. Fig. 1, Taf. X zeigt eine Construction, welche dies zu vermeiden sucht. Es sind hier die Nasen am Stöckel, so dass beim Festkeilen desselben nur dieser stark beansprucht wird, wogegen der Bär wenig angestrengt wird. Fig. 13 und 14, Taf. IX, zeigen die gewöhnliche Befestigungsart mit einem Keil, während bei Fig. 22 zwei Keile angewendet sind. Einen dieser Keile gestaltet man gewöhnlich als Beilage mit Nasen an den Enden, um eine Verschiebung des Kernes nach vor- und rückwärts aufzuheben. Zweck dieser Anordnung ist, eine seitliche Verschiebung des Stöckels zu ermöglichen für den Fall, in welchem die Schabotte sich seitlich verschoben hat, ein Umstand, welcher nach längerem Betriebe gewöhnlich eintritt.

Die Fig. 1 bis 12 und 16 bis 18 zeigen die Anordnung mit einem Stiel. Die Befestigung geschieht hier durch einen Keil, welcher den Bär insofern günstig beansprucht, als man ein Ausreissen des Keilloches nicht zu fürchten hat. Dagegen wird der Kern stark beansprucht, namentlich wenn der Keil nicht gleichmässig aufliegt, eine Bedingung, welche für diese Construction unerlässlich ist. —

Die Führung des Bärs zwischen den Ständern bildet einen der wesentlichsten Punkte der ganzen Hammerconstruction; von ihr ist die Dauer der Haltbarkeit des Ganzen abhängig, ein Umstand, welcher oft nicht genügend gewürdigt wird. Vor allen Dingen ist hier erforderlich, dass der Hammerbär ein genügendes Stück in den Führungen bleibt, wenn er seine tiefste Stelle einnimmt.

Liegt das Schmiedestück nicht in der Mitte der Ambosbahn, sondern seitlich bei a, wie in Fig. 7, so entsteht beim Aufschlagen ein Moment, welches den Hammerblock um a zu drehen bestrebt ist; dieses Bestreben wird durch den Widerstand bei e aufgehoben. Letzterer aber wird um so kleiner, je grösser ac ist. Es werden daher die Führungen um so weniger leiden, je länger der Bär ist.

Aehnliche Beanspruchungen der Führungen nach vor- und rückwärts treten stets beim Strecken und Absetzen ein. Am meisten verderblich für die Führungen wird ein Schiefstehen der Schabotte, eine Unannehmlichkeit, welche fast bei jedem Hammer eintritt, wenn unter demselben stets von einer Seite gearbeitet wird. Beim Strecken und Absetzen werden dann nur die vorderen Kanten der Hammerbahnen benutzt, und äussert hier die Summe der einzelnen Schläge ihre Wirkung, so dass sich die Bahn nach der Arbeitsseite neigt. Schläge mit breiter Bahn wirken dann besonders erschütternd auf das Hammergerüst, weil nach dieser Richtung die Widerstandsfähigkeit der Ständer gering ist. Selten überschreitet die Basis derselben nach dieser Richtung hin $\frac{1}{4}$ der ganzen Hammerhöhe.

Damit der Bär in seiner tiefsten Stellung ein genügendes Stück in den Führungen bleibt, ist erforderlich, dass derselbe eine hinreichende Länge besitze.

Die Höhe a der Ambosbahn ist stets mit 475 bis 550^{mm} gegeben, die lichte Höhe c unter dem Ständer sucht man so gross als möglich zu erhalten, um Raum für hohe Schmiedestücke zu gewinnen.

Die Höhe des Hammerkernes kann man mit $\frac{1}{5}$ der ganzen Bärlänge ansetzen, dabei wird derselbe genügend hoch, um den Schlägen den erforderlichen Widerstand leisten zu können.

Die Mehrzahl der hier vorgeführten Beispiele lässt den Hammerbär jetzt soweit aus den Führungen treten, dass die Unterkante derselben die Länge von Bär und Stöckel halbirt, oder doch nur wenig davon abweicht. Skizzen von grossen englischen Hämmern zeigen die Unterkante der Führungen noch tiefer gelegt, wodurch die Führung noch vollkommener, aber auch der Schmiederaum beengter wird. Als bewährtes Verhältniss kann man wohl setzen, dass die Führungsunterkante die Länge von Bär und Stöckel halbiren soll.

Dies allein ist jedoch nicht genügend, wenn der Bär nicht die hinreichende Länge besitzt.

Wie die vorgeführten Muster zeigen, herrscht wenig Uebereinstimmung in den Verhältnissen von Länge zur Breite zur Dicke. Wenn man von den Mustern in Fig. 1, 7 und 16 absieht, so erreicht man folgende mittlere Verhältnisse:

$$\text{Länge} : \text{Breite} : \text{Dicke} = L : B : D = 9 : 4 : 3.$$

Es war
$$P = 0{,}75\, G,$$
somit wird der Inhalt ungefähr $0{,}1\, G$ Cubikdecimeter und

$$L = 90 \sqrt[3]{G}$$
$$B = 40 \sqrt[3]{G}$$
$$D = 30 \sqrt[3]{G} \text{ in Millimeter ausgedrückt.}$$

Der Inhalt dieses Hammerbärs wäre $0{,}108\, G$ Cubikdecimeter und sein Gewicht $0{,}78\, G$. Für Hämmer über 100 Ctr. passt das erhaltene Resultat gut, indem hier meistens der Stöckel verhältnissmässig leichter wird; für kleinere Hämmer bedarf es indessen einer Correctur, wenn nicht schon Höhlungen und sonstige constructive Formen ein leichteres Gewicht herbeiführen.

Die sich ergebenden Abmessungen sind in die vorgeführten Muster punktirt hineingezeichnet. Bei Fig. 1 und 2 finden wir, dass der Bär erheblich länger ausfällt. Dies hat wol zum grössten Theil seinen Grund in der dicken Kolbenstange, welche augenscheinlich dazu beigetragen hat, die Construction haltbarer zu machen. Indessen sind jene dicken Stangen mit dem Kolben aus einem Stück theuer, und bei starker Beanspruchung treten auch hier Brüche ein. Fig. 4 und 5 zeigen einen verhältnissmässig langen Bär. Diese Hämmer zeichneten sich aber durch einen sicheren und zuverlässigen Gang aus. Fig. 7 bis 9 zeigen den Fallblock eines Hammers, welcher zum Luppendrücken bestimmt ist. Aber selbst bei dieser Operation hatte das Hammergerüst bedeutend zu leiden, da hier der breiten Hammerbahn ein zu

grosses Opfer gebracht ist. Fig. 10 und 11 passen ziemlich in die Dimensionen, und haben sich Hämmer nach dieser Construction bei bedeutender Inanspruchnahme gut bewährt. Fig. 13 und 14 überschreiten die Längendimension und suchen die Führung noch dadurch zu verlängern, dass die Stopfbuchse zwischen zwei den Bär verlängernde Lappen tritt. Schöner und constructiver ist derselbe Zweck in den Fig. 7 bis 12 und 16 und 17 erreicht, indem hier für die Stopfbuchse eine cylindrische Aussparung angebracht ist. Fig. 19 nähert sich in der Höhe den erhaltenen Dimensionen, während 16 bedeutend niedriger bleibt. Bei dem zu Fig. 16 bis 18 gehörigen Hammer hatte man lange zu kämpfen, bis ein befriedigender Gang eintrat. Fig. 22 ist ebenfalls kürzer, und scheint es, als wenn auch hier beim Betriebe des Hammers Schwierigkeiten sich eingestellt haben. Die Kolbenstange sammt Kolben und der stählerne Dampfcylinder dieses Hammers auf der Wiener Ausstellung deuteten darauf hin.

Eine ebenso grosse Unsicherheit macht sich bei den Dimensionen der Führungen bemerkbar. Am häufigsten findet sich am Bär eine Feder, welche in eine Nuth des Ständers oder der Führungsplatte greift, auch giebt man wol dem Bär die Nuth und dem Ständer die Rippe. Das erstere ist vorzuziehen, weil man hier mehr Raum für die Stöckel gewinnt und diese in der Breite vergrössern kann, ferner ist bei einem Bruche der Rippe am Bär nur dieser unbrauchbar und nicht der Ständer, dessen Gewicht meistens das anderthalbfache des ersteren beträgt. An der Mehrzahl der skizzirten Muster sind die Führungen in dieser Weise durchgeführt, und zwar ist die Breite der Rippe stets grösser gewählt als ihre Höhe, um ein Brechen derselben sicher zu vermeiden. Hat die Rippe dieselbe Höhe wie Breite, so findet ein Bruch an der Wurzel statt, weil hier der Bruchquerschnitt zum Moment am ungünstigsten ist; wenn aber die Breite grösser als die Diagonale dieses Quadrates ist, so erfolgt der Bruch in der Richtung der Diagonale des Quadrates, dessen Seite die Höhe der Rippe ist. Es treten dann jene Erscheinungen auf, welche sich beim Zerdrücken zeigen. Als passendes Mass für die Breite der Rippe ergiebt sich mithin das anderthalbfache der Höhe. Eine Construction, welche dieser verwandt ist, zeigt die Skizze in Fig. 3, Taf. X. Hier sind mehrere Rippen angeordnet, welche in Nuthen des Bärs greifen. Eine anders gestaltete Führung ist in Fig. 2 skizzirt, wo vorgeschraubte Platten die Führung bewirken. Diese Construction hat mannigfache Vorzüge. Einmal wird durch jene Platten eine solide Verbindung der Ständer gebildet, anderentheils ist es möglich, seitliche Abnutzungen zu beseitigen. Jedoch dürfen hier die Keile für Kolbenstange und Stöckel nur wenig vorstehen, und muss ferner für den Keil der Kolbenstange eine Oeffnung vorhanden sein, um diesen zugänglich zu machen. Immerhin bleibt diese Construction empfehlenswerth. In anderer Weise ist die Führung bei dem Bochumer Hammer bewirkt. Es werden hier die vier Kanten des Bärs von soliden Führungen gefasst, Fig. 24, Taf. IX.

In der Fig. 11, Taf. X sind die Höhen der Flächen, welche ein Kippen nach vor- und rückwärts verhindern, zusammengestellt. Mit Hilfe dieser Figur ist es leicht, sich ein Urtheil über jene Dimensionen zu schaffen. Die Linie ab dürfte mittlere brauchbare Werthe geben; bei grösseren Fallgewichten wird aber die hohe Rippe häufig Unbequemlichkeiten verursachen, und man gezwungen sein, die eine hohe Rippe in mehrere niedere aufzulösen, wie dies auch an dem grossen Hammer zu Perm geschehen ist. Hierbei wird man leicht in der Lage sein, jene Mittelwerthe zu überschreiten, was für die Dauer der Construction nur von Vortheil ist.

Grössere Werthe als diese Flächen besitzen in der Regel jene, welche den Block verhindern, in die Ebene des Hammers zu fallen. Man verwendet hier die ganze Seitenfläche des Bärs zu Führung und wol mit Recht. Selten findet man hier nach der in Fig. 8, Taf. X skizzirten Weise gespart.

In den meisten Fällen legt man die Unterkante der Führungen in die Mitte der Bärlänge. Wir legten dieselbe relativ tiefer und würden daher den Arbeitsraum beengen; aber wenn man bedenkt, dass sich der Fallblock verlängert hat, so kommt jene Kante fast wieder auf die alte Stelle. Der längere Bär würde einen höheren Aufbau des Hammers bedingen; lässt man aber die Stopfbuchse der Kolbenstange in den Bär hineintreten, wie es die in den Fig. 7, 14 und 15, Taf. IX gezeichneten Blöcke gestatten, so wird dies vermieden.

Die Länge der Führungen an den Ständern findet man meist unnützer Weise nach oben zu lang. Für dieselben genügt als Länge vollständig der grösste Hub. Es tritt dann der Bär nach unten $\frac{2}{5}$ aus den Führungen und bleibt in der höchsten Stellung noch mit $\frac{2}{5}$ zwischen denselben, wie dies in Fig. 27 angedeutet ist.

Es bleibt jetzt noch die Befestigung der Kolbenstange im Bär. Beim Aufgang des Hammers ist durch diese Verbindung das Fallgewicht zu heben; dadurch kann die Verbindung nur mässig beansprucht werden, im Maximum mit dem Dampfdruck auf der Kolbenfläche. Es würde somit für den Aufgang die gewöhnliche Befestigungsart der Kolbenstangen genügen. Anders ist indessen die Sache beim Niedergang. Es entsteht hier ein Stoss zwischen Kolbenstange und Bär, bei welchem die lebendige Kraft der Stange sammt Kolben vernichtet wird. Dieser Stoss wirkt lediglich auf Zerstörung der unteren Fläche der Kolbenstange und der zugehörigen Fläche des Bärs. Um die Zerstörung dieser Flächen möglichst lange zu verhüten, wird man daher gezwungen sein, den Stoss hier elastisch zu machen oder die Flächen derart zu vergrössern, dass eine statthafte Abnutzung eintritt. Um diese Verbindung elastisch zu machen, ist viel versucht worden, doch alles ohne Erfolg. Ist dieselbe elastisch, so wird der Keil der Verbindung bei jedem Schlage für einen Moment los, und muss sich daher infolge der Erschütterungen verschieben; gewöhnlich erfolgt dies so, dass sich die Verbindung löst. Mir ist kein Fall bekannt, wo eine derartige Einrichtung sich bewährt hätte.

Fig. 4, Taf. X zeigt das untere Ende einer Kolbenstange eines 200 Ctr.-Hammers und eine der einfachsten Befestigungen. Die Stange ist nach unten schwach verjüngt und durch einen einfachen Keil gehalten. Hier wird bei jedem Schlage die Kolbenstange bei dem Querschnitt durch das Keilloch, da hier die schwächste Stelle ist, gestaucht, bis hier der Bruch erfolgt. Ein Verstärken der ganzen Stange, um diesen Querschnitt gross genug zu erhalten, ist zwecklos, weil mit der Verstärkung der Stange auch das zerstörende Moment grösser wird. Entschieden fehlerhaft ist es, die Stange abzusetzen wie dies Fig. 1, Taf. IX zeigt. Die Constructionen dieser Art haben wol den Vortheil, dass sie keine getheilten Stopfbuchsen erfordern, was indessen nicht hoch anzuschlagen ist. Richtiger ist es, die Stange unten zu verstärken, so dass durch das Keilloch keine Schwächung eintritt, wie die in Fig. 6, Taf. X gezeigte Verbindung es angiebt. Doch wird man bei Oberdampfhämmern auch hiermit noch schlecht auskommen, besonders wenn der Bär eine Oeffnung für die Bohrstange hat. Macht man das Loch im Bär klein, so erfolgt beim Giessen meist ein Festbrennen des Sandes, macht man es gross, so verliert man an Auflage. In Fig. 25 und 26, Taf. IX suchte man dies dadurch zu vermeiden, dass man die Bohrung nach unten erweiterte.

In etwas anderer Weise ist die Aufgabe in Fig. 13 gelöst; hier ist in rationeller Weise die Kolbenstange unten verstärkt und durch zwei Streifkeile gehalten. Bei dieser Construction ist bei den Keilen darauf zu achten, dass bei vollem Dampfdruck die Belastung 10^k pro Quadratmillimeter nicht übersteige.

In anderer Weise ist die Befestigung in den Fig. 7, 10, 16 und 22 durchgeführt. Die Stange ist am unteren Ende verstärkt und kugelförmig abgerundet. Mit der unteren Kugelfläche findet die Stange ihre Stütze in einem Stahlstück und liegt mit einem Ansatze passend gegen zwei durch einen Ring zusammengehaltene Backen. Fig. 9, Taf. X zeigt die Ausführung dieser Verbindung für den in Fig. 10, Taf. IX gezeichneten Fallblock in $\frac{1}{10}$ nat. Grösse. Trotz der vielen Theile, welche diese Anordnung bedingt, hat dieselbe doch eine grosse Haltbarkeit gezeigt. Zunächst werden hier für die Vernichtung der Arbeit grosse Flächen geboten. Besonders günstig ist ferner diese Verbindung für die Inanspruchnahme der Kolbenstange. Ist letztere fest im Bär, so findet beim Aufschlagen stets eine doppelte Biegung derselben statt, eine an der Stopfbuchse und eine an der Befestigungsstelle, weil der Bär bei jedem Schlage aus seiner senkrechten Stellung in eine mehr oder weniger schiefe Lage, wenn auch nur für einen Augenblick, gelangt. Die obere Biegung ist ziemlich unschädlich, dagegen ist die untere gefährlicher, da hier zu der Beanspruchung durch Biegung diejenige, welche zur Vernichtung der der Stange innewohnenden Arbeit nöthig ist, tritt. Ist nun das Stangenende nach einer Kugel geformt, so kann man annehmen, dass nur einfache Biegung eintritt und zwar oben, während sich unten die Kugel der Stangenrichtung gemäss verdreht.

Kolbenstangenbrüche sind häufig, wenn der Bär kurz, also schlecht geführt, und wenn die Stange fest eingekeilt ist.

Es mag hier noch folgende Betrachtung Platz finden, welche, wenn auch nicht streng richtig, doch zu sicheren Vergleichen sehr geeignet ist.

Nennt man

G das Kolbenstangengewicht sammt dem des Kolbens,
V die Geschwindigkeit von G beim Aufschlagen,
s die Zusammendrückung der Kolbenstange,
P den grössten stattfindenden Druck zwischen Stange und Unterlage,

so ist unter der Voraussetzung einer absolut festen Unterstützung, da P von 0 bis P wächst:

$$\tfrac{1}{2} P s = \tfrac{1}{2} M V^2$$

$$M = \frac{G}{g}, \quad \frac{V^2}{2} = g h$$

$$\tfrac{1}{2} P s = G h.$$

Ist E der Elasticitätsmodul der Stange,
l deren Länge,
f der Querschnitt derselben,

so ist

$$s : l = \frac{P}{f} : E$$

$$s = \frac{P l}{f E}$$

und daher

$$\tfrac{1}{2} P^2 \frac{l}{f E} = G h$$

$$P = \sqrt{\frac{2 G h f E}{l}}$$

Für die in Fig. 6, Taf. X skizzirte Stange ist $h = 1^m{,}750$, $G = 275^k$, der Querschnitt bei 92^{mm} Durchm. $= 6648^{qmm}$, $l = 2^m{,}200$, E für Schmiedeeisen 20000

$$P = 76\,000^k.$$

Die untere Auflage der Stange ist bei 132^{mm} und 65^{mm} Durchm. fast $10\,000^{qmm}$, daher der Druck pro Quadratmillimeter $= 7^k{,}6$.

Für die Stange in Fig. 9 ist $h = 1700$, wozu die Wirkung des Oberdampfes noch mit 1^m kommt, $f = 10\,387^{qmm}$, $G = 350^k$, $E = 20000$, $l = 2700$. Es wird

$$P = 381\,500$$

und ergiebt sich ein Flächendruck von 9^k pro Quadratmillimeter.

Diese Beanspruchungen dürften ziemlich der Wirklichkeit entsprechen, denn durch das Antreiben der Keile werden schon ziemlich bedeutende Spannungen hervorgerufen, und dadurch wird wol ausgeglichen, dass die Nachgiebigkeit der Schabotte in der Rechnung fehlt. Beide Verbindungen haben sich durch Jahre bei starker Inanspruchnahme bewährt und dürften daher Anhaltepunkte bieten.

Theile am Bär, welche zur Bewegung der Steuerung dienen, werden am besten an demselben mit angegossen. Angeschraubte schiefe Ebenen sind nur schwer dauerhaft zu befestigen, bei längerem Betriebe lösen sich dieselben und können Unannehmlichkeiten herbeiführen. Wählt man einen Vorsprung am Bären, um den Dampfeintritt zu begrenzen, so muss derselbe lang genug sein, um ein Fangen der Steuerungstheile beim Rückgang sicher zu vermeiden. Am meisten empfiehlt sich eine schiefe Ebene, wie sie in Fig. 16, Taf. IX angedeutet ist.

Die Herstellung der schwedischen Zündhölzer.

Von Dr. **M. Schoenflies**, Professor der mechanischen Technologie am Polytechnicum zu Riga.

(Hierzu Tafel XIV und XV.)

Die „schwedischen" Zündhölzer unterscheiden sich von den früher gebrauchten Zündhölzern bekanntlich dadurch, dass die Zündmasse keinen Phosphor enthält, und dass zum Uebertragen der Flamme der Zündmasse auf das Hölzchen nicht Schwefel, sondern Paraffin verwendet wird. Hierdurch sind nicht nur die schwedischen Zündhölzer giftfrei, sondern es fehlt ihnen auch der unangenehme Geruch, welchen die mit Phosphor und Schwefel versehenen Zündhölzchen bei der Entzündung entwickeln.

Neben diesem Unterschied mehr chemischer Natur besteht noch ein Unterschied in der äusseren Form, indem nämlich die gewöhnlichen Zündhölzer einen rundlichen durch hobelartige Werkzeuge hergestellten Querschnitt, die schwedischen dagegen einen kantigen, etwa quadratischen Querschnitt zeigen und das Ansehen haben, als seien sie durch Spalten erzeugt. Diese kantige Form ist für die schwedischen Zündhölzer insofern von Wichtigkeit, als nicht nur die Entzündung des Hölzchens durch die Zündmasse und das Weiterbrennen desselben wesentlich erleichtert werden, indem die Flamme an den feinsplittrigen Kanten sich leicht fortpflanzt, sondern auch die Poren des Hölzchens, welche durch hobelartige Werkzeuge mehr oder weniger zugedrückt werden, bei Anwendung spaltender Werkzeuge offen bleiben und so das Eindringen des Paraffins in das Hölzchen begünstigen. Aus diesen Gründen hat man bisher von der Herstellung rundlicher schwedischer Zündhölzer Abstand genommen, und auch das Publicum scheint, entgegengesetzt den früheren Gewohnheiten, mit der kantigen Form zufrieden zu sein.

Zum Zwecke eines allgemeinen Ueberblickes über den Gang der ganzen Fabrikation soll zunächst das gesammte Arbeitsverfahren in der Reihenfolge seiner einzelnen Elemente beschrieben werden, um danach auf die specielle Einrichtung einiger der besonders interessanten Maschinen einzugehen und deren constructive Zeichnungen vorzulegen.

Als Rohmaterial für die schwedischen Zündhölzer benutzt man meistens das poröse und wegen seines sonstigen geringen technischen Werthes billige Espenholz; indessen ist auch ein feinfaseriges Tannenholz brauchbar. Die Stämme, am besten von 300 bis 550^{mm} Durchm., müssen in nassem Zustande verarbeitet werden; ist daher das Holz nicht in frisch gefälltem Zustande zu haben, so muss es vor der Verarbeitung einige Zeit im Wasser liegen.

Die Holzstämme werden zuerst in Stücke von 350 bis 400^{mm} Länge, gleich der siebenfachen Hölzchenlänge, zerschnitten, wozu man sich am zweckmässigsten einer Pendelsäge bedient. Dieselbe besteht aus einem Kreissägeblatt von 900^{mm} Durchm., dessen Lagergestell, wie Holzschnitt Fig. 1 zeigt, an der Vorgelegewelle pendelartig aufgehängt ist. Der zu zersägende Stamm ist auf ein Bett am Fussboden gelegt und kann durch Zahnstange und Zahnrad nach jedem Schnitt von Hand um die Klotzlänge vorgeschoben werden. Dieser Vorschub wird dadurch begrenzt, dass die Endfläche des Stammes gegen einen verstellbaren Anschlag stösst. Das Sägeblatt

Fig. 1

macht 900 Umdrehungen pro Minute und bedarf zu seinem Betriebe $\frac{1}{2}$ Pferdest. Zur Bedienung der Säge ist ein Mann erforderlich, zur Aufstellung wird ein Raum von $3^{m},5$ Höhe, $3^{m},5$ Länge und $1^{m},8$ Breite gebraucht; das Gewicht der Pendelsäge mit Bett beträgt etwa 600^{k}.

Die von der Säge gelieferten Klötze werden nunmehr von der Borke befreit.

Das Schneiden und Entrinden der Blöcke geschieht am zweckmässigsten ausserhalb des Fabrikgebäudes, weil in diesem Falle die sonst erforderliche Reinigung des Locales von Sägespänen und Borke wegfällt. Es ist daher die Pendelsäge, um sowol sie als auch den Arbeiter trotzdem vor den schädlichen Einflüssen der Witterung zu schützen, an der Aussenwand des Gebäudes unter einem passend angeordneten Vorsprung des Daches oder in einem angebauten Schuppen aufzustellen und zwar so, dass die Abfälle bequem in das Kesselhaus oder eine andere Feuerungsanlage geschafft werden können.

Die auf der Pendelsäge hergestellten und von Borke befreiten Blöcke werden nun zunächst zu einem spiralförmigen Bande geschnitten, dessen Dicke gleich der Dicke eines Zündhölzchens ist. Diesem Zwecke dient die Schälmaschine, welche im Grunde genommen

nichts weiter ist als eine für den genannten speciellen Arbeitszweck besonders eingerichtete Drehbank. Der Block wird zwischen Mitnehmerspitzen eingespannt und in continuirliche Drehung versetzt, während ein an einem Support befestigtes und den Block in seiner ganzen Länge angreifendes Messer continuirlich so bewegt wird, dass es sich für jede Umdrehung des Blockes um die Dicke eines Zündhölzchens in radialer Richtung vorschiebt. Zu gleicher Zeit theilen acht entsprechend angeordnete kleine Messer das Band in sieben Streifen, von denen jeder eine Breite gleich der Länge der herzustellenden Zündhölzer (etwa 50^{mm}) besitzt. Um mit dieser Maschine Bänder von verschiedener Dicke abschälen zu können, namentlich auch solche, wie sie zur Herstellung der Zündholzschachteln gebraucht werden, ist die Räderübersetzung zum Vorschieben des Messers als Wechselradvorgelege eingerichtet. Zu bemerken ist ferner, dass die Arbeitsthätigkeit der Maschine durch etwa in den Blöcken vorhandene Aststellen nicht beeinträchtigt wird. Die Maschine verlangt einen Arbeiter zu ihrer Bedienung, bedarf zu ihrem Betriebe 3 bis 4 Pferdest., wobei der Block 15 bis 20 Umdrehungen pro Minute macht, und zu ihrer Aufstellung einen Raum von $1^m,5$ Länge, $1^m,5$ Breite und 1^m Höhe. Ihr Gewicht beträgt etwa 750^k.

Die auf der Schälmaschine gefertigten Bänder werden von einem Knaben in etwa 2^m lange Stücke zerrissen, die Aststellen herausgebrochen und dann zu Zündhölzchen zerschnitten. Die hierzu dienende Abschlagmaschine hat Aehnlichkeit mit einer Häckselmaschine und besteht aus einem horizontal aufgestellten, oben offenen, rechteckigen Holzkasten, an dessen einem Ende die Bänder 60 bis 70fach über einander und in zwei Reihen neben einander eingelegt werden. An dem anderen, von Eisen hergestellten Ende des Kastens werden die Bänder von über Walzen gelegten Zuführgurten aus Gummi erfasst, zusammengedrückt und unter ein Messer geführt, welches sich in passender Führung durch Antrieb einer über dem Messer gelagerten Kurbelwelle und unter Vermittelung einer Pleuelstange vertical auf und nieder bewegt. Nach jedem Schnitt werden die Bänder durch ein von dem Messer aus in Bewegung versetztes Schaltwerk um die Dicke eines Zündhölzchens vorgeschoben. Auch hier ist, wie bei der Schälmaschine, durch Wechselräder dafür gesorgt, dass der Vorschub innerhalb gewisser Grenzen beliebig verändert werden kann. Das Messer vermag bei Betrieb durch Elementarkraft bis 120 Schnitte, bei Handbetrieb bis 60 Schnitte pro Minute auszuführen. Zur Bedienung der Maschine sind zwei Kinder erforderlich, zum Betriebe etwa $\frac{1}{3}$ Pferdest. Sie kann im Verein mit einer Schälmaschine bei Betrieb durch Elementarkraft bis 10 Millionen, bei Handbetieb bis 5 Millionen Hölzchen pro Tag liefern, und bedarf bei einem Gewicht von etwa 400^k einen Raum von $2^m,5$ Länge, 1^m Breite und 2^m Höhe zu ihrer Aufstellung.

Die von der Abschlagmaschine gelieferten, nassen Hölzchen müssen nun zuvörderst getrocknet und von den untermischten Splittern befreit werden.

Zum Trocknen bedient man sich der Trockentrommeln. Dieselben bestehen aus einem eisernen cylindrischen Gerippe von 3^m Länge und $0^m,8$ Durchm., welches mit Drahtgaze überzogen ist. Solcher Trommeln sind in horizontaler, aber etwas geneigter Richtung je zwei über einander in einem gemauerten Ofen so gelagert, dass sie durch auf die Achsen gesteckte Riemenscheiben in langsame Drehung versetzt werden können. Die Hölzchen gelangen durch einen in der Ofendecke angebrachten Trichter in die obere Trommel, passiren dieselbe und fallen dann ebenfalls durch Vermittelung eines Trichters in die untere Trommel. Der Ofen ist an seiner unteren Fläche aus Eisenplatten hergestellt, die durch eine darunter angebrachte Feuerung erhitzt werden, wobei Borke, Sägespäne und die Abfälle der Schälmaschine und Abschlagmaschine als Brennmaterial dienen. Selbstverständlich ist für ein Entweichen des bei dem Trocknen sich bildenden Wasserdampfes durch Anordnung eines besonderen Dunstrohres Sorge zu tragen. Bei 30 Umdrehungen pro Minute bedürfen je zwei Trommeln $\frac{1}{3}$ Pferdest. zu ihrem Betriebe; ein besonderer Arbeiter zur Bedienung ist nicht erforderlich.

Nach dem Trocknen sind die Hölzchen von den beigemengten Splittern zu befreien, was dadurch geschieht, dass die Hölzchen auf Siebe von $1^m,3$ Länge und $0^m,6$ Breite gebracht werden, die in einem horizontal aufgehängten Rahmen durch eine Kurbelwelle

Fig. 2

eine rüttelnde Bewegung erhalten. Um diese rüttelnde Bewegung zugleich zum Parallellegen der Hölzchen zu benutzen, haben die Siebe die in Holzschnitt Fig. 2 angegebene Einrichtung. Sie bestehen aus einem hölzernen Rahmen, welcher der Länge nach durch Holzleisten in 14 gleiche Abtheilungen getheilt ist, von denen jede eine Länge hat, welche etwas mehr beträgt als die Länge eines Hölzchens. Jede dieser Abtheilungen ist der Breite nach durch Scheidewände von Zinkblech in 13 gleiche Theile getheilt, so dass der ganze Rahmen in $13 \times 14 = 182$ Kästchen zerfällt, die etwa die Grösse der Zündholzschachteln haben, und deren Bodenfläche

von einem aus parallelen Eisen- oder Zinkstäbchen bestehenden Rost gebildet wird. Die Stäbchen des Rostes liegen parallel der Länge der Kästchen und zwar in solcher Entfernung von einander, dass Splitter und zu dünne Hölzchen hindurchfallen können, die guten Hölzchen dagegen zurückgehalten werden. Beim Rütteln legen sich dann die Hölzchen wohl geordnet in die einzelnen Kästchen hinein. Wird dann nach vollendetem Sieben ein hölzerner Deckel auf das Sieb gelegt und dasselbe umgekehrt und vom Deckel abgehoben, so erhält man auf dem letzteren die Hölzchen in einzelnen Häufchen, die endlich mit der Hand zusammengeschoben und in passende Kästchen eingelegt werden.

Nach diesen vorbereitenden Arbeiten des Trocknens, Siebens und Gleichlegens ist die Fabrikation so weit vorgeschritten, um die Hölzchen mit Paraffin zu tränken und mit Zündmasse zu versehen, eine Arbeit, welche in der Zündholzfabrikation bekanntlich das „Tunken" genannt wird. Es ist klar, dass für die Massenfabrikation gefordert werden muss, dieses Tunken nicht mit jedem einzelnen Hölzchen besonders, sondern mit ein oder mehreren Tausend zugleich vornehmen zu können, ohne dass in diesem letzteren Falle ein Zusammenkleben der einzelnen Hölzchen durch Paraffin oder Zündmasse stattfindet. Dieser Forderung wird dadurch genügt, dass mehrere Tausend Hölzchen zugleich in einen Klemmrahmen derartig eingespannt werden, dass jedes einzelne von den benachbarten einen genügend grossen Abstand erhält. Der Klemmrahmen besteht aus 44 hölzernen Latten von 440^{mm} Länge mit einem rechteckigen Querschnitt von 24^{mm} Höhe und 7^{mm} Breite. Die Latten sind auf zwei in einer dickeren Latte befestigte Eisenstäbe aufgereiht, zu welchem Zweck jede derselben in der Nähe ihrer Enden mit passenden Löchern versehen ist. In den Zwischenräumen zwischen je zwei Latten sind nun die Hölzchen, und zwar 50 an der Zahl, so einzulegen, dass sie alle gleichen Abstand von einander erhalten. Um dies zu erreichen, werden die Klemmrahmen in die Einlegemaschine und zwar auf einen horizontalen Tisch derselben gelegt, welcher mit zwei seitlichen Leisten versehen ist. Die letzteren dienen keilförmig zugeschärften Schiebern zur Führung, welche von beiden Seiten paarweise nach einander zwischen je zwei Latten gedrängt werden, um die für das Einlegen der Hölzchen erforderlichen Zwischenräume herzustellen. Denkt man sich nun rechtwinklig zu den Latten des Klemmrahmens unter demselben ein Stabsystem, durch welches die Zwischenräume zwischen den Latten der Breite nach in 50 gleiche Theile getheilt werden, so bildet der Klemmrahmen im Verein mit diesem Stabsystem gleichsam ein Netz von $44 \times 50 = 2200$ Maschen von solcher Grösse, dass in jeder derselben ein Hölzchen in stehender Lage bequem Platz finden kann. Es kommt jetzt nur noch darauf an, die Hölzchen in die einzelnen Maschen einzustecken, die die Latten aus einander drängenden Schieber zurückzuziehen und die Hölzchen durch Zusammenspannen des Klemmrahmens in demselben festzuhalten, um dann endlich die über der Ebene des Klemmrahmens hervorstehenden Enden der Hölzchen mit Paraffin und Zündmasse zu versehen.

Das genannte Stabsystem wird gebildet von dem Tisch der Einlegemaschine, welcher zu diesem Zweck mit 50 senkrecht zu den Latten verlaufenden Rinnen von etwa 4^{mm} Breite ausgestattet ist. Damit indessen die Hölzchen beim Einlegen in die Maschen in verticaler Richtung eine sichere Führung erhalten, ist auch über den Latten des Klemmrahmens ein gleiches Stabsystem in Form eines rostartig gestalteten Deckels angeordnet, welcher um ein Scharnier drehbar ist. Das Einstecken der Hölzchen in die Maschen des Netzes wird durch zwei über diesen Deckel gelegte und ebenfalls um Scharniere drehbare Holzrahmen bewirkt, von denen der untere ein Röhrchensystem derart enthält, dass über jede Masche des Netzes ein Röhrchen zu stehen kommt, während der obere mit den einzulegenden Hölzchen angefüllt ist. Um endlich das sichere Herabgleiten der Hölzchen aus dem Füllrahmen durch die Röhrchen in die Maschen des Netzes zu begünstigen, ist ein Rüttelwerk vorgesehen, welches auf den Füllrahmen und auf den Röhrchenrahmen einwirkt. In Betreff der Latten des Klemmrahmens ist noch zu bemerken, dass die oben gemachte Angabe, sie haben einen rechteckigen Querschnitt, insofern nicht ganz genau ist, als die einander zugekehrten Seitenflächen zweier Latten nach schwach gekrümmten, congruenten Kreisbögen geformt sind, wodurch erreicht wird, dass auch Hölzchen von nicht ganz gleicher Dicke beim Zusammenspannen des Rahmens sicher festgehalten werden.

Die Einlegemaschine wird von Hand betrieben und durch einen Arbeiter bedient, welcher im Stande ist, pro Tag $1\frac{1}{4}$ Million Hölzchen zum Tunken fertig einzulegen. Die Maschine beansprucht zu ihrer Aufstellung einen Raum von $1^{m},5$ Länge, $1^{m},25$ Breite und 2^{m} Höhe und wiegt etwa 350^{k}. Es gehören zu derselben 300 Klemmrahmen, von denen jeder ein Gewicht von $2^{k},3$ hat.

Die in der Einlegemaschine mit Hölzchen gefüllten Klemmrahmen werden am zweckmässigsten in aus Winkeleisen angefertigten Rahmenständern zu je 20 Rahmen aufgestapelt und diese in angefülltem Zustande durch besondere zweirädrige Transportwagen dem Tunkherd zugeführt.

Der Tunkherd besteht aus einem gemauerten Ofen, in welchen drei flache, offene Pfannen von rechteckiger Gestalt eingesetzt sind. Von diesen dient die erste dazu, die Hölzchen zu wärmen, um die Luft in den Poren zu verdünnen und dadurch das Eindringen des Paraffins zu begünstigen; die zweite Pfanne ist mit geschmolzenem Paraffin, die dritte mit der Zündmasse angefüllt. Der Arbeiter hat nun die in dem Klemmrahmen eingespannten erwärmten Hölzchen mit ihren Enden zuerst in die Pfanne mit Paraffin und dann in diejenige mit Zündmasse einzutauchen. Das gleichmässige Auftragen der Zündmasse kann indessen auch dadurch erfolgen, dass man den Rahmen mit der zu tunkenden Seite der Hölzchen über eine eiserne, mit

Gummi überzogene und leicht drehbare Walze hinwegzieht, welche mit ihrer unteren Seite in die Zündmasse eintaucht, während ein verstellbares Abstreichlineal dafür sorgt, dass die Zündmasse gleichmässig und in einer entsprechend dicken Schicht auf der Walze vertheilt wird. Bei Benutzung eines solchen Tunkapparates ist ein geübter Arbeiter im Stande, pro Tag die Hölzchen von 3500 bis 4000 Rahmen, d. h. etwa 8 Millionen Hölzchen mit Zündmasse zu versehen.

Nachdem so Paraffin und Zündmasse auf die Hölzchen übertragen sind, legt man die Rahmen wieder in die Rahmenständer und bringt sie zum Zweck des Trocknens der Zündmasse in eine geheizte Kammer, um sie hiernach zu entleeren.

Das Herausnehmen der Hölzchen aus den Rahmen geschieht bei kleinem Betrieb von Hand, indem der Arbeiter die Rahmen vertical vor sich aufstellt, sie losspannt und eine Latte nach der anderen abhebt, nachdem die Hölzchen jeder Latte mit der Hand zusammengeschoben und in bereit stehende Schachteln eingelegt sind.

Bei grösserem Betriebe ist es indessen vorzuziehen, das Herausnehmen der Hölzchen durch eine besondere Maschine, die Auslegemaschine, erfolgen zu lassen. Die von dieser Maschine zu lösende Aufgabe besteht dann darin, die Latten der losgespannten Rahmen ein wenig auseinander zu drängen, die dadurch locker gemachten Hölzchen hinauszuschieben und wohl geordnet in Kästchen zu legen. Zum Lockern der Hölzchen besitzt die Maschine einen horizontal aufgestellten, mit Längsfurchen ausgestatteten Tisch von ähnlicher Einrichtung wie bei der Einlegemaschine, auf welchen die Rahmen aufgelegt werden, um deren Latten durch keilförmig zugeschärfte und in seitlichen Leisten geführte Schieber aus einander zu drängen. Derselbe Mechanismus, welcher die Schieber paarweise nach einander vorschiebt, bewegt auch eine über dem Rahmen angebrachte und über die ganze Breite desselben sich erstreckende Bürste, welche in Scharnieren drehbar ist und nach Lockerung je zweier benachbarter Latten einen kurzen Schlag gegen die zwischen denselben sich befindenden Zündhölzer ausführt, so dass dieselben in die Furchen des Tisches hinabfallen. Zum Fortschaffen der Hölzchen aus diesen Furchen sind auf dem Grunde derselben Gummiriemen angeordnet, die über zwei an den Enden des Tisches gelagerte Riemenscheiben gelegt sind, und durch Drehen der letzteren so lange in Bewegung erhalten werden, bis der eingelegte Rahmen völlig entleert ist. Die von den Gummiriemen mitgenommenen Hölzchen fallen von denselben in einen durch ein Rüttelwerk bewegten Kasten, aus welchem sie endlich herausgenommen und in bereit stehende Schachteln verpackt werden. Die Maschine wird von Hand bewegt und kann täglich 1000 Rahmen mit etwa 2 Millionen Hölzchen entleeren. Sie verlangt einen Arbeiter zur Bedienung und bedarf bei einem Gewicht von etwa 450^k einen Raum von $1^m,5$ Länge, $1^m,25$ Breite und 1^m Höhe zu ihrer Aufstellung. —

Nachdem so der Gang der Fabrikation in seinem ganzen Verlauf dargestellt worden, sollen nunmehr die einzelnen der Fabrikation dienenden Maschinen in detaillirten Zeichnungen vorgeführt werden. Von diesen Maschinen ist die Pendelsäge allgemein bekannt und die Abschlagmaschine bereits im Jahrgang 1873 des „Prakt. Masch.-Constr." abgebildet; es bleiben daher nur noch die Schälmaschine, die Einlegemaschine und die Auslegemaschine eingehender zu beschreiben.

(Fortsetzung folgt.)

Vermischtes.

Ueber das Läuten schwerer Glocken.

Von Ad. Jorns.

(Hierzu Blatt 4.)

Um möglichst zu ermitteln, aus welchen Ursachen das Läuten der Kaiserglocke s. Z. nicht zufriedenstellend ausgefallen ist, besichtigte ich bei einer Durchreise durch Cöln die Glocke und suchte mir Zeichnungen über dieselbe dort zu verschaffen. Auf meine bezügliche Bitte, erhielt ich von der Kölnischen Maschinenfabrik in Bayenthal, woselbst die Achse zu der Glocke gemacht ist, eine Zeichnung der äusseren Ansicht der Glocke, welche auf Blatt 4 wiedergegeben ist; eine Durchschnittszeichnung, aus der die Anordnung des Klöppels und die Wanddicke der Glocke zu ersehen gewesen wären, oder Angaben über die Schwerpunkte der Glocke und des Klöppels, zur Ermittelung der Schwingungspunkte beider konnte ich aber nicht erhalten. Ich hatte auch keine Gelegenheit mich über sonstige Veröffentlichungen über diesen Gegenstand zu informiren, suchte mir daher selbst eine Erklärung der Vorgänge beim Läuten. Beistehende Figur stellt eine Glocke im grössten Ausschlagwinkel vor; es muss, wenn nur die Bewegung der Glocke und des Klöppels als Pendel in Frage kommt, die Geschwindigkeit des Aufhängungspunktes m des Klöppels grösser sein als die des Schwingungspunktes o des Klöppels, da sonst beim Schwingen der Glocke der Klöppel annähernd vertical hängen bleibt, und kein Anschlagen desselben an die Glocke nach der Seite des Ausschlages erfolgen kann. Folgte beim Läuten der Klöppel im Punkte des weitesten Ausschlages nur der Einwirkung der Schwerkraft, so würde er beim Zurückschwingen, wenn alle Reibungswiderstände aufgehoben wären, wieder einen Ausschlagwinkel

$\alpha_i = \alpha$ erreichen. Der Aufhängungspunkt m bewegt sich aber während der Schwingung mit einer so grossen Geschwindigkeit, dass der Klöppel mit der ihm eigenen Geschwindigkeit nicht zu folgen vermag. Der Klöppel wird vielmehr fortgerissen, und ihm dadurch eine Geschwindigkeitszunahme

Ad. Jorns: Ueber das Läuten schwerer Glocken.

Schwingungsachse für die Kaiserglocke im Dom zu Cöln.

Fig. 1.

Fig. 2.

Maßstab 1: 25.

10 5 0 1 2 3 4 5 Meter.

Königl. Hof-Lith. Hermann Veit, Burg-Str. 6. Berlin.

ertheilt, welche nach Ueberwindung der Reibungswiderstände das Anschlagen des Klöppels an die Glocke bewirken muss und dadurch zum grössten Theil vernichtet wird, während ein kleiner Theil der Bewegung durch die Elasticität der Glocke das Zurückschnellen des Klöppels nach dem Anschlagen bewirkt. Es erscheint wahrscheinlich, dass es zur Erreichung einer genügenden Bewegung des Klöppels nöthig ist, allen Glocken eine grössere Geschwindigkeit beim Läuten zu ertheilen, als ihnen bei einfacher Pendelschwingung zukommen würde. Einen mathematischen Beweis hierfür zu bringen ist sehr schwierig; es müssten Versuche an Glocken hierüber entscheidend sein. Beobachtungen, die ich beim Läuten von Glocken anstellte, haben mich überzeugt, dass durch Rucken an den Zugseilen eine grössere Geschwindigkeit, wenn auch nur für kurze Zeit, erzeugt, und hierdurch sowol wie durch Zurückhalten der Glocken im weitesten Ausschlagspunkte ein kräftiges Anschlagen des Klöppels erzielt wird. Der hiernach zum Läuten der Glocken erforderliche Ueberschuss an mechanischer Arbeit wird um so grösser sein, je ungünstiger die Glocken und zugehörigen Klöppel aufgehängt sind. In dieser Beziehung ist es vortheilhaft, die Pendellänge der Glocke möglichst kurz und die des zugehörigen Klöppels möglichst lang zu machen, wobei jedoch dadurch eine Grenze eintritt, dass der Klöppel die Glocke nicht mehr im Punkte des grössten Ausschlages trifft.

Nach Vorstehendem ist es wahrscheinlich, dass grosse schwere Glocken zum Läuten stets einen grossen Aufwand von mechanischer Arbeit erfordern; sicher tritt dies dann ein, wenn die Aufhängungspunkte der Glocke und des Klöppels nicht die günstigsten sind, und wenn ausserdem, wie bei der Kaiserglocke, die Zapfen in gewöhnlichen Zapfenlagern gelagert werden und nicht durch Unterlegung von Rollen oder durch Fortrollen des Zapfens selbst auf einer Fläche, die Zapfenreibung möglichst verringert wird. Zum Läuten der Kaiserglocke sollen 67 Mann an den Zugseilen gezogen haben.

Um das Läuten zu erleichtern, habe ich deshalb einen einfachen Mechanismus construirt, der durch eine von der Achse der Glocke ausgehende directe Bewegung des Klöppels das Anschlagen desselben bewirkt. In den Figuren auf Blatt 4 ist dieser Mechanismus mit gestrichelten Linien angegeben. An dem Glockenstuhle sind rechts und links von der Glocke feste Bolzen *a*, *a* unter der Mitte der Zapfenlager angebracht, um welche sich Arme *A*, *A* drehen. Diese Arme haben Schlitze, in denen Bolzen *b*, *b* festgeschraubt sind, welche wiederum in Schlitze *B*, *B* greifen, die an den Speichen der Seilkränze angebracht werden. Unten sind die Arme *A* durch eine Traverse *C* verbunden, welche um den Klöppel herum eine grosse Oeffnung hat, über die in der Richtung der Arme ein um den Klöppel geschlungenes Seil befestigt ist. Das Seil muss entweder von Gummi sein oder, wenn es aus Hanf oder Leder besteht, so viel Spielraum bieten, dass die Verschiebung des Klöppels in radialer Richtung, so weit sie eintritt, möglich ist, und auch ein Nachgeben des Klöppels, bei zu grossem Ausschlage desselben, erfolgen kann. Die Arme *A* sind aus hartgehämmertem Flacheisen herzustellen, um ihnen bei geringen Eisenstärken eine grössere Festigkeit und zugleich eine hohe Elasticität zu geben. Die Bolzen *b* sind verschiebbar, damit sie die für jeden Ausschlagwinkel der Glocke nöthige Stellung erhalten können, und können dauernd festgestellt werden, sobald der angemessenste Ausschlagwinkel der Glocke gefunden ist. Ebenso können bei fester Stellung der Bolzen *b* die Schlitze *B* dieser Bolzenstellung entsprechend verkürzt werden. In der Zeichnung sind drei verschiedene Ausschlagwinkel der Glocke dargestellt, um die entsprechende Anpassung des Mechanismus zu zeigen. Die Einrichtung ist so einfach und billig herzustellen, dass sich ein Versuch damit empfiehlt.

Schliesslich bemerke ich noch, dass ich durch die construirte Vorrichtung den Anforderungen genügen wollte, die Glocke schwingend zum Tönen zu bringen, da durch Anschlagen des Klöppels bei unbewegter Glocke nicht die volle Klangwirkung erreicht werden soll.

Das Pulsometer.

Von A. Kux.

(Vorgetragen in der Versammlung des Berliner Bezirksvereines vom 1. März 1877.)

Durch die in den vorhergehenden Versammlungen stattgehabten Besprechungen des Pulsometers angeregt, habe ich eine Reise nach Schlesien unternommen, woselbst in der Wilhelmshütte bei Sprottau die Pulsometer fabricirt werden, und erlaube ich mir, was ich dort gesehen und erfahren, der geehrten Versammlung mitzutheilen.

Durch die Bereitwilligkeit des dortigen Generaldirectors, Hrn. A. Mestern, der vom Erfinder den Vertrieb dieser Apparate für den europäischen Continent übernommen, habe ich Einblick in alle Zweige der Fabrikation genommen, und da der Erfinder Hr. Hall sich in Wilhelmshütte niedergelassen, um den Bau der Pulsometer zu leiten, so bot sich mir eine erwünschte Gelegenheit aus seinem Munde die interessanten und lehrreichen Mittheilungen über diesen merkwürdigen Apparat zu vernehmen.

In der That ist der äussere Effect des Pulsometers staunenerregend, wenn man sich vergegenwärtigt, wie ein unscheinbar und verhältnissmässig kleines Ding, in welches ein Dampfrohr wie ein Finger stark hineingeführt, ohne irgend welche mechanische Bewegungsmittel selbstständig — automatisch — auf beliebige Höhe einen mächtigen Wasserstrahl schleudert!

Der Erfinder dieses originellen Apparates, Hr. Henry Hall ist in Amerika geboren, wo sein Vater Mühlenbauer war und zugleich in einem Urwalde eine Sägemühle besass. Hier schon bekundete der Knabe sein mechanisches Talent, indem er allerlei kleine Vorrichtungen und Verbesserungen in des Vaters Sägemühle anbrachte. Die Sache war ihm jedoch zu einförmig und langweilig und einst lief der 12jährige Knabe davon, um sein Glück in der grossen Welt weiter zu versuchen. Nachdem er unter grossen Mühen und Beschwerden eine Zeit lang herumgewandert, in Mühlen und Zuckerplantagen sich fortgebracht, brach der amerikanische Krieg aus, und machte Hall denselben auf der Flotte Farragut's, trotz seines jugendlichen Alters als Ingenieur mit und nahm zuletzt nach Beendigung des Krieges als Oberingenieur seinen Abschied. Er ging nun nach New-York, holte hier, was er in seiner Jugend nicht haben konnte, die wissenschaftliche Bildung nach, und war es hier, wo neben manchen anderen originellen Erfindungen die ersten Ideen zu seinem Pulsometer, oder Magic pump, wie er den Apparat zuerst nannte, in ihm entstanden.

Wenn man heute auf der Versuchsstation zu Wilhelmshütte, wo um einen 100 Fuss hohen Schornstein ein mächtiges Gerüst, die Steigrohre und Messreservoire enthaltend, aufgestellt ist, ein Pulsometer mittlerer Leistung sagen wir 3000[1] pro Minute einen continuirlichen Wasserstrahl ca. 100′ hoch schaffen sieht, so ahnt man nicht, welche Mühe, wieviel Zeit und Geld es gekostet, den Apparat so weit zu bringen, wie er heute dasteht.

Hr. Hall hat mir mit liebenswürdigster Bereitwilligkeit eine Anzahl Originalzeichnungen*) zur Verfügung gestellt, welche ein Bild der Entstehung und Entwickelung des Pulsometers geben, und wenn mich der Erfinder versichert, und wie es das englische Specification book beweist, er in dem Zeitraume von 1869 bis 1873 27 verschiedene Patente in Amerika und England genommen und bei Ausführung und Erprobung derselben über 150 000 Dollars ausgegeben hat, so glaube ich ihm dies recht gern.

Die Zeichnungen ergeben nun, dass anfangs zwei bis drei Dampfventile, zwei Sauge- und zwei bis drei Druckventile durch mechanische Hilfsmittel: Hebel, endlose Ketten u. s. w. gesteuert wurden, um die alternativen Wirkungen hervorzubringen, und geben die hier zur Anwendung gekommenen 27 verschiedenen Combinationen von mechanischen und physikalischen Elementen Zeugniss von dem Erfindungsreichthum des Hrn. Hall; sie hatten aber nur geringen Erfolg; erst als er anfing die Dampf- und Wasserventile selbstthätig wirken zu lassen, von diesem Zeitpunkte an befand er sich auf richtiger Bahn, die ihn zum sichern Ziele führte. Ich möchte aber

*) Die Zeichnungen wurden in der Versammlung vorgelegt.

doch hierbei bemerken, dass hiermit die Laufbahn des Pulsometers noch keineswegs beendet, sondern dass Hr. Hall unter thätigster Mitwirkung des Hrn. Mestern seine Studien und Experimente fortsetzt, und die Anwendung des Pulsometer-Principes noch in grossartiger Weise Anwendung finden wird.

Hiermit glaube ich genug gesagt und gezeigt zu haben um die Ueberzeugung hervorzurufen, dass uns hier eine Erfindung im wahren Sinne des Wortes vorliegt, und dass das Pulsometer nicht so über Nacht entstanden, sondern, bevor es seine jetzige Form und Leistung erreichte, der Wandlungen viele durchmachen musste.

Ich gehe nun zur Erklärung der Wirkungsart des jetzigen Pulsometers über, da ich aus den Beschreibungen in den früheren Versammlungen zu entnehmen glaube, dass hierüber volle Klarheit noch nicht besteht.

Unter Hinweis auf die Zeichnungen auf Taf. VII im vorigen Heft und mit dem Bemerken, dass jetzt alle Pulsometer mit sehr rationell construirten Gummiventilen gebaut werden, will ich versuchen die Wirkung des Pulsometers zu erklären.

Derselbe besteht nicht, wie bisher immer betont wurde, aus zwei, sondern aus drei Haupttheilen, zwei, die ich Actions- oder Pumpenkammern nennen möchte, und einer dritten, bisher fälschlich Windkessel genannt, die aber einen Wasser- und Vacuumbehälter bildet. Man kann nun, um die Wirkung des Pulsometers zu beschreiben, nicht wohl sagen, zuerst geschieht dies, dann das und dann folgt jenes; da eigentlich alle Functionen zugleich stattfinden und zusammenhängend in einander greifen. Ich betrachte also den Apparat mitten in seiner vollen Thätigkeit.

Eben drückt der durch das Kugelventil einströmende Dampf das in der rechten Actionskammer aufgesaugte Wasser fort; dies findet so lange statt, als der Dampfdruck auf die Wasserfläche, welche allseitig durch die Kammerwandungen begrenzt wird, ruhig wirkt. Dieses statische Verhältniss wird gestört, sobald die Wasseroberfläche bis zur Oberkante der seitlichen Oeffnung nach dem Druckkasten gelangt ist, der Dampf tritt dann mit dem Wasser in diesen mit Wasser gefüllten Raum; etwas Wasser schlägt zurück und giebt den ersten Impuls zur Condensirung des Dampfes, die dann durch die Mitwirkung des im dritten Behälter enthaltenen Wassers und des darin herrschenden Vacuums vervollständigt wird. Während dies vorging, füllte sich die linke Kammer mit Wasser, und schloss sich das Dampfventil, um darauf denselben Vorgang zu wiederholen. Dieses Doppelspiel bringt so einen ziemlich continuirlichen Wasserausguss hervor.

Der eben beschriebene Wasser-Dampf-Contact zur Erzeugung des Vacuums ist denn auch die Quelle der Erwärmung des gehobenen Wassers.

Während dieser Process nun in einer der Actionskammern vorgeht, wird immer gleichzeitig der Wasser- und Vacuumbehälter wieder theilweise mit Wasser angefüllt, und auch in ihm wieder ein Vacuum erzeugt, um für seine Mithilfe bei der Condensation bereit zu sein. Regulirt sich nun gleichsam das Aufsaugen des Wassers auf diese Weise von selbst, so ist es andererseits nöthig, das Fortdrücken desselben, der Druckhöhe entsprechend mittelst des Dampfventils, durch menschliches Zuthun zu besorgen. Geschieht hier ein Fehler, und wird mehr Dampf hineingelassen als erforderlich, so findet ein Dampfverlust statt, der aber durch eine geringe Aufmerksamkeit vermieden werden kann.

Hall theilt seine Apparate in Druck- und Sauge-Pulsometer ein. Das Sauge-Pulsometer wird so hoch als möglich über Wasser gestellt, 8 bis 9^m, und mit abgehendem Dampf betrieben.

Eine originelle Combination besteht darin, den Abdampf einer Hochdruck-Dampfmaschine in ein solches Pulsometer zu leiten. Der Apparat hebt ein beliebiges Quantum Wasser und kann der Dampfmaschine zugleich als Condensator dienen.

Eine derartige Aufstellung, wie sie in nebenstehendem Holzschnitte dargestellt ist, befindet sich auch auf der Wilhelmshütte. Das Pulsometer steht $9^m,_{00}$ über dem Unterwasserspiegel, das Druck- bezw. Abfallrohr geht $2^m,_{00}$ tief hinunter, so dass also die wirkliche Hubhöhe $7^m,_{00}$ beträgt. Von dem abgehenden Dampfrohr, aus dem der Abdampf frei entweichen kann, ist eine seitliche Abzweigung zum Pulsometer geführt. Dasselbe wird zuerst mittelst directen Dampfes in Gang gebracht. Sobald es richtig functionirt, schliesst man allmälig den directen Dampf ab, öffnet dagegen das Ventil im Zweigrohr, welches dem Abdampf den Zutritt gestattet. Das Pulsometer arbeitet dann regelmässig weiter und absorbirt von dem Abdampf soviel, als zur Herstellung des Vacuums erforderlich ist, je nach der Grösse und Leistung des Apparates. Der nicht verwendbare Theil des Dampfes nimmt seinen Weg ins Freie.

Abgangdampf zum Betrieb des P.
Directer Dampf zum Ansetzen des P.
Abgangdampf der Maschine
9^m
7^m

Ein in dieser Weise aufgestelltes und mit dem Abdampf einer Dampfmaschine betriebenes Pulsometer bildet einen Wasserhebeapparat für grosse Wassermengen, wie er billiger und einfacher nicht gedacht werden kann.

Bevor ich nun, hier anknüpfend, die bisher in den Vordergrund der Besprechungen über das Pulsometer getretene Frage, nämlich seinen Dampfverbrauch berühre, wollte ich doch noch erwähnen, dass die eigenthümliche birnenförmige Gestalt des Pulsometers nicht etwa eine beliebige, für den Effect gleichgiltige ist. Da in Wilhelmshütte alle Pulsometer vor der Versendung probirt werden, so zeigt sich zuweilen, dass scheinbar unbedeutende Abweichungen und Unebenheiten dieser Form Ursache zum ungleichen Effect der Pulsometer geben. Ich sehe nun nicht ein, weshalb das Pulsometer so ohne Weiteres als ein Dampffresser hingestellt wird. Zum mindesten finde ich keine Veranlassung, durch die letzthin (im Märzheft) mitgetheilten Ergebnisse der Versuche diesem Glauben Vorschub zu leisten.

Sehen wir uns doch die Wirkungsart einer Dampfpumpe und eines Pulsometers etwas näher an.

Bei der Dampfpumpe drückt der Dampf auf einen Dampfkolben, dieser überträgt den Druck mittelst des Pumpenkolbens auf die zu hebende Wassersäule. Hierbei hat der Dampf Kolben-, Kolbenstangen-, Plungerkolben- und Stopfbuchsenreibungen, letztere zuweilen sehr bedeutend, zu überwinden, büsst durch Undichtigkeiten von Schieber und Kolben ein, ausserdem müssen Reibungen der Schwungradwelle, der Excentriks u. s. w. überwunden werden, Alles dies absorbirt Kraft bezw. Dampf.

Wie stellt sich nun die Wirkung der Pulsometer dagegen? In erster Linie habe ich die Saugehöhe umsonst, ich geniesse den Vortheil des durch die Condensation des Druckdampfes erreichten Vacuums, während der gebrauchte Dampf der Dampfpumpe nutzlos ins Freie strömt. Der Dampfkolben beim Pulsometer ist die Luftschicht zwischen Dampf und Wasser, sie verursacht weder Reibung noch Dampfverlust; sonstige Theile, an welchen Dampf verloren oder Reibung verursacht werden könnte, giebt es nicht.

Der Dampfdruck in den Actionskammern stellt sich nahezu gleich der zu bewältigenden Wassersäule, wie ich Gelegenheit hatte mich in Wilhelmshütte zu überzeugen. Es befinden sich nämlich dicht über einander zwei Manometer, das eine auf dem Dampfrohr, das andere auf dem Steigerohr, die Differenz in deren Druck betrug 5 bis 6 Pfd., wobei übrigens zu berücksichtigen ist, dass das Druckwasser ein Abstellventil und drei kurze Biegungen zu passiren hatte, bevor es das Steigerohr erreichte, also ungewöhnlichen Widerstand zu überwinden hatte.

Wollte man, um sehr genau zu rechnen, einen directen Dampfverlust beim Pulsometer suchen, so wäre dieser bei dem Umsteuerungsventil zu finden. In dem Moment nämlich, wo die Kugel mit Hilfe des Dampfes von der einen zur anderen Dichtungsfläche geworfen wird, kann etwas Dampf nutzlos entschlüpfen; da der Weg hier aber ein so enger in einer Minute zwischen 30 und 130mal wiederholter ist, so ist der hierdurch verursuchte Dampfverlust ungefähr wol kaum so gross, als er sich bei einer Dampfpumpe durch die Stopfbuchsen stellt. Wie schon erwähnt, ist der einzige Dampf- bezw. Wärmeverlust auf die Condensation der zur Erzeugung des Vacuums nöthigen Dampfmenge zurückzuführen, dieser Verlust ist leicht messbar und beträgt 2 bis 5° C., je nach der Druckhöhe von 50 bis 100 Fuss.

Nebenbei ergeben mir aber auch die Berichte der Besitzer von Pulsometern, die sie von der Wilhelmshütte bezogen, wol Klagen über Anstände bei der Ingangsetzung und dergl. Vorkommnisse, aber nicht einen Fall, in dem man sich über einen grossen Dampfaufwand beschwert hätte. Ich habe aber auch einige Plätze aufgesucht, wo Pulsometer seit längerer Zeit sich in Thätigkeit befinden, so z. B. in Fürstenwalde, wo mir der Besitzer sagte, dass, während früher eine mittelst Riemen betriebene Wasserpumpe, welche 4 Pferdest. absorbirte, und eine andere grosse Dampfpumpe 4 bis 5 Stunden brauchten, um die Reservoirs zu füllen, die beiden für deren Ersatz aufgestellten Pulsometer in einer Stunde die Reservoirs voll machen, der Heizer aber gar nicht merke, wann sie in Betrieb sind.

Es muss also doch wol ein Fehler untergelaufen sein, wenn, wie in der letzten Versammlung als herausgerechnet angegeben, ein Pulsometer 6 bis 8mal so viel Dampf verbrauchen muss als eine Dampfpumpe.

Wenn Fälle vorkommen, wie z. B. bei einem öffentlichen Bau hier in Berlin, wo eine durch eine Locomobile betriebene Centrifugalpumpe durch ein Pulsometer ersetzt, wegen ungenügender Leistung aber wieder entfernt wurde, man hinterher erst darauf kommt, dass der dem Kessel durch Wegfall des Auspuffdampfes der Locomobil-Maschine fehlende Zug durch einen hohen Schornstein hätte ersetzt werden müssen — wenn man in einem anderen Fall ein Pulsometer 150 Fuss weit vom Kessel entfernt aufstellt, das Dampfrohr, so weit wie die Oeffnung des Ventils, etwa 4 Linien, dorthin führt — wenn also in diesen beiden Fällen das Pulsometer überhaupt keinen Dampf bekommt und dann nichts leistet, so liegt die Erklärung hierfür sehr nahe.

Ich komme nun zum Schluss noch auf die Verwendbarkeit des Pulsometers zu sprechen. Dieselbe ist so vielseitig, dass ich derselben nur in allgemeinen Umrissen gedenken kann und nochmals erwähnen muss, dass sich täglich neue Verwendungen für das Pulsometer-Princip finden.

Zuerst bietet also das Pulsometer Ersatz für alle gewöhnlichen Wasserpumpen, besonders dort, wo grosse Saugehöhen und lange Saugerohrleitungen vorliegen. Die Billigkeit der Beschaffung, das kleine Format, die Bequemlichkeit der Aufstellung und Befestigung ohne Fundament oder kräftigen Unterbau, ermöglichen selbst dort eine Fortschaffung von Wasser bezw. Flüssigkeiten, wo Aufstellungen von Pumpen schwierig oder unmöglich sind.

Da das Pulsometer auch dickflüssige Stoffe, Wasser mit Sand und Steinen vermischt, auch heisse Flüssigkeiten anstandslos pumpt, so bietet sich hier ein grosses Feld für seine Verwendbarkeit: Färbereien, Bleichereien, wo grosse Flüssigkeitsmengen in heissem Zustande in Circulation erhalten werden müssen, Brauereien, Zuckerfabriken u. s. w.

Eine grosse Zukunft wird das Pulsometer für Entwässerungen von Seen, Sümpfen, Torfstichen u. s. w. finden und zwar durch solche Aufstellung, wie oben durch den Betrieb mittelst abgehenden Dampfes dargestellt wurde. In solchen Fällen wird, wo Abdampf nicht vorhanden ist, ein kleiner stehender Kessel den nöthigen Dampf liefern.

Ausserordentliches Aufsehen hat das Pulsometer auch in bergmännischen Kreisen gemacht, und findet dasselbe in No. 45 und 46 der Zeitung „Glück auf“ beredten Ausdruck. Die sonstigen Schwierigkeiten beim Abteufen sind beseitigt; man hängt ein Pulsometer an Ketten auf, stellt Dampf-, Wasser-, Sauge- und Druckrohre aus Gummischläuchen her, und die Arbeit geht leicht und sicher vorwärts. Das schwierige Einbauen der Pumpen, Verändern der Rohre und Gestänge fällt fort, und sollte sich eine Sauge- oder Druckklappe durch das schmutzige Wasser versetzen, so ist in wenigen Minuten der Schaden reparirt.

Aus dem Pulsometer ist auch eine gute Feuerspritze zu machen, sowol auf Rädergestell, also fahrbar, als auch stationär. Im ersteren Fall würde sie vermöge ihrer einer Pumpe entschieden überlegenen Saugekraft, als Wasserzubringer grosse Dienste leisten können, im anderen Falle wird sie auf Schiffen viel Anwendung finden.

Technische Literatur.

Mechanik.

The Elements of Graphical Statics and their application to framed structures, with numerous practical examples of cranes-bridge, roof and suspension trusses-braced and stone arches-pivot and draw spans-continuous girders, etc., together with the best methods of calculation, and containing also new and practical formulae for the pivot or draw span-braced arch-continuous girder, etc., by A. Jay Du Bois, C. E., Ph. D. prof. of civ. and mech. engineering, Lehigh university, Penna. With an atlas of 32 plates. New York, 1875. John Wiley & Son. —

Diesem überraschend langen Titel hat der Hr. Verfasser noch als Motto den offenbar seinen Standpunkt bezeichnen sollenden Ausspruch Poncelet's: „Peu à peu les connaissances algébriques deviendront moins indispensables, et la science, réduite à ce qu'elle doit être, à ce qu'elle devrait être déjà, sera ainsi mise à la portée de cette classe d'hommes, qui n'a que des moments fort rares à y consacrer“ (Poncelet: „Traité des propriétés projectives des figures“, Paris, 1828) zugefügt. Dem Titel folgt eine 10 Seiten beanspruchende eng gedruckte Vorrede, in welcher der Hr. Verfasser seine Ansichten des Oeftern wiederholt und worin derselbe dem Studirenden nützliche Notizen zum Gebrauch des Werkes an die Hand giebt. Dem 12 Seiten engen Druckes beanspruchenden Inhaltsverzeichnisse geht noch eine speciell für Studirende und Lehrer geeignete Note von 4 Seiten Länge, „Elemente der graphischen Statik“ überschrieben, voraus, und nun folgt mit dem Titel: „Einleitung“ auf 27 Seiten engsten Druckes eine vortreffliche bis auf Citate getreue Uebersetzung (!) der vorzüglichen Arbeit unseres deutschen Collegen Dr. J. Weyrauch, „Ueber die graphische Statik“, Leipzig, Verlag von Teubner. Der Ueberschrift des ersten Capitels „Historical and critical“ ist wohl

ein *) und die Citation: „Weyrauch u. s. w.“ beigefügt und auch in seiner Vorrede sagt Du Bois: „Für die historische und kritische Einleitung sind wir Schuldner mit wenigen Abänderungen der Feder von Weyrauch. Sie wird, wir sind sicher, sich zeigen von Werth für die Studirenden und dienen zu erwecken ein Interesse an jenen hochwichtigen Entwickelungen, welche die Geometrie im letzten Jahrzehnt durchgemacht hat.“ Was die wenigen Aenderungen des Hrn. Du Bois betrifft, so haben wir diese nur in der Hinweglassung mehrerer gewissenhafter Citate des Herrn Weyrauch finden können. Der amerikanische Fachmann und Studirende wird durch die Anführung des Hrn. Du Bois der Meinung, dass nur eine Seite von Du Bois' „Introduction“ der Feder des Herrn Weyrauch entnommen ist, während wir es in der That, wie ich nach gründlicher Durchsicht gefunden, mit einer vollständigen 27 Seiten langen Uebersetzung, bezw. Copie zu thun haben. In ähnlicher Weise sind Reye, „Geometrie der Lage“ und Bauschinger, „Graphische Statik“, allerdings citirt, benutzt. Die deutschen Gelehrten mögen sich bei Hrn. Du Bois bedanken. Wie insbesondere Culmann, dann Mohr, Ritter, Winkler, Reuleaux benutzt sind, wie ferner Cremona, Favaro und Andere studirt wurden, nachdem dem Herrn Verfasser durch Weyrauch's Fleiss die gesammte einschlägige Literatur gesammelt war, wollen wir nicht entscheiden; dem Hrn. Du Bois gebührt die Ehre für den Fleiss des Sammlers und für die Vorführung praktischer Beispiele. Ein so entstandenes Werk wird auch bei den deutchen Gelehrten Anerkennung finden (?) und bei dem in der amerikanischen technischen Literatur gewiss längst gefühlten Mangel einer Arbeit über die graphische Statik werden die Herren Collegen in Amerika dieses Werk mit um so grösserer Freude geniessen, als Hr. Du Bois die seit der ersten Auflage von Culmann's graphischer Statik äusserst reichhaltig gewordene deutsche, italienische, französische und englische Literatur des graphischen Calculs und der graphischen Statik so benutzt hat, dass es Jedermann ermöglicht ist, einen gründlichen Ueberblick über sämmtliche einschlägige Arbeiten mit Leichtigkeit zu gewinnen. Lehrer und Lernende werden es dem Hrn. Verfasser Dank wissen, dass derselbe es ihnen ermöglichte, sich in dem immer noch als streitig bezeichneten Punkte der Unvermeidbarkeit der Anwendung der sogenannten neueren Geometrie, wie Culmann (1866 u. II. Aufl. 1875) dieselbe vertritt, entgegen der Methode von Bauschinger (1871), bei welcher sich deren Umgehung von selbst ergeben hat, vollständig klare Anschauung zu verschaffen. Der Hr. Verfasser hat allerdings die Einseitigkeit dadurch vermieden, dass er den eleganten Methoden von v. Staudt, den Zwecken der graphischen Statik durch Reye angepasst, durch Uebersetzung der Weyrauch'schen Arbeit, ebenfalls ihre Berechtigung zusprach und auf anderer Seite die Benutzung des Werkes auch Jenen ermöglichte, die — bereits im praktischen Leben stehend — dem Studium der neueren Geometrie niemals oblagen und die daher der direct aus der Analysis sich ergebenden graphischen Darstellung (welcher übrigens Culmann in der II. Aufl. seines Werkes auch den gebührenden Platz einräumt) den Vorzug zu geben gezwungen sind. Wenn der Hr. Verfasser dann auch der von Bauschinger gewählten und in Deutschland geläufigsten Behandlungsweise hinneigte, so können wir im Anschlusse an unsere bereits oben gemachten Bemerkungen bei diesem Hinweisen nicht unterlassen, die Missbilligung auszusprechen, dass Hr. Du Bois der fleissigen Arbeit des deutschen Gelehrten einfach Details entnahm, für die er selbständig durchgearbeitetes Material hätte bieten müssen. Um diesen Ausspruch zu motiviren: Bauschinger unterzieht sich der mühsamen Arbeit, den Schwerpunkt eines Schienenprofils der bayrischen Staatsbahn zu bestimmen (von Culmann lag diese Bestimmung für eine Schiene der schweizerischen Centralbahn und für eine amerikanische Flachschiene vor); Hr. Du Bois gab einfach Bauschinger's Darstellung, die eine Musterzeichnung genannt werden muss, dem Lithographen, der sie jedoch nicht mit jener Feinheit und Schärfe, wie sie das Original zeigt, sonst jedoch getreulich copirte. Uebrigens fehlt sämtlichen Figurentafeln zu Du Bois' Statik jene Sorgfalt der Ausführung, wie wir sie bei einem derartigen Werke verlangen müssen.

Wir wollen durch unseren harten Tadel nicht ausgesprochen haben, dass das Werk für die in Amerika Lehrenden und Lernenden, sowie für die dortigen Techniker nicht von ausserordentlicher Brauchbarkeit sei, im Gegentheil, wir halten dessen Gebrauch in Amerika als von grösstem Nutzen, der sich durch die vom Hrn. Verfasser beigegebenen Beispiele besonders für den Praktiker bewähren wird; dem Gelehrten ist das Werk von Werth durch Weyrauch's fleissiges Literaturverzeichniss. (!)

Dem in Deutschland sachkundigen Leserkreise — und wir haben hier besonders die Herren Studirenden im Auge — kann das Werk wegen der Klarheit der Darstellung als eine nützliche engliche Lectüre (ähnlich wie: Eger, „Selection of the new technical literature of England. Heidelberg, 1874) aufs Beste empfohlen werden; dem amerikanischen Studenten bietet es eine besondere Bequemlichkeit durch die gründliche Anleitung, welche der Hr. Verfasser in der Vorrede bezüglich der zu wählenden Reihenfolge, bezw. der Anordnung des Stoffes giebt. E. F.

Verschiedenes.

Auswahl der neueren technischen Literatur Frankreichs. Eine Chrestomathie für technische Lehranstalten und zum Selbststudium für Techniker. Mit einem Wörterbuch und 32 Holzschnitten. Von G. Eger, Prof. am grossherzogl. Polytechnicum zu Darmstadt u. s. w. 682 S. (Preis 8 ℳ). Heidelberg, 1877. Carl Winter. —

In derselben Weise wie das englische technische Lesebuch des Verfassers bringt auch das vorliegende eine Sammlung ganz gediegener Artikel aus der französischen Literatur über Architektur, Ingenieurwesen, Maschinenbau und Technologie. Eine Ausstellung, die wir an der früher erschienenen Sammlung zu machen hatten, dass Beschreibungen und Schilderungen schon veralteter Constructionen und Verfahrungsweisen ohne jeden Hinweis darauf dem angehenden Techniker als Lesestoff in die Hand gegeben würden, trifft bei dem vorliegenden Buche nicht mehr zu, der Stoff ist vielmehr mit grosser Sorgfalt auch in stylistischer Hinsicht ausgewählt und bringt nicht nur Belehrendes, sondern an vielen Stellen auch Anziehendes, und in letzter Hinsicht kann das Buch anderen Lesebüchern, welche hauptsächlich Stücke aus den französischen Classikern bringen, getrost sich an die Seite stellen. Jedenfalls aber gewährt es den Vortheil, den Leser mit den technischen Ausdrücken bekannt zu machen, welche in dem angehängten Wörterbuch durchgängig eine richtige Uebersetzung gefunden haben. R. Z.

Berichtigungen zu Heft 3.

Seite 115, Absatz 4 sind die angegebenen Werthe mit 0.1 zu multiplieiren.
- 138, Zeile 24 von oben lies $0{,}0176\,kl^2$ statt $0{,}176\,kl^2$.
- 139 - 27 von unten lies DC statt DC'.
- 139 - 12 - - lies $\frac{1}{3}l$ **und** $< \frac{1}{2}l$.
- 142 - 12 - - lies **Seiten** statt Sorten.

A. W Schade's Buchdruckerei (L. Schade) in Berlin, Stallschreiberstr. 47.

ZEITSCHRIFT

DES

VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE.

1877. **Band XXI. Heft 5.** **Maiheft.**

Abhandlungen.

Ueber Kesselsteinbildungen und deren Verhütung.

Von Dr. **F. Fischer.**

(Vorgetragen in der Sitzung des Hannoverschen Bezirksvereines vom 20. October 1876.)

(Schluss von Seite 163.)

7) Bei demselben Versuche mit einer 5procentigen Bittersalzlösung hatten sich am anderen Tage nur wenige Gasbläschen gebildet, welche theils auf dem Zink, grösstentheils aber auf dem Eisen hafteten; ausserdem hatte sich ein geringer voluminöser Niederschlag gebildet. Zwei Stunden auf 95 bis 100° erhitzt, entwickelten sich $5^{cc},8$ Wasserstoff. Auch hier wurde die Gasentwickelung immer schwächer, schliesslich fast Null, obgleich das Zink noch theilweise seine metallische Oberfläche behalten hatte. Das Eisen wurde von einem weissen Ueberzuge völlig bedeckt, das Zink nicht. Die Flüssigkeit reagirte sehr schwach alkalisch und enthielt etwas Zink gelöst.

8) Ein in gleicher Weise ausgeführter Versuch mit destillirtem Wasser gab in 24 Stunden nur wenige Gasbläschen, das Zink war mit einem voluminösen, gelblich gefärbten Niederschlag dünn überzogen. Zwei Stunden auf 100° erhitzt, wurden $3^{cc},8$ Wasserstoff entwickelt; der eisenhaltige Niederschlag setzte sich pulverförmig ab, Eisen und Zink verloren ihren Metallglanz, und damit hörte auch die Wasserstoffentwickelung so gut wie vollständig auf. Das Wasser enthielt kein Zink gelöst.

Um den Einfluss des Eisens auf die Wasserstoffentwickelung genauer verfolgen zu können, wurde schliesslich ein 6^{cm} langes Zinkstäbchen am einen Ende auf die Länge von 1^{cm} dicht mit blankem Eisendraht umwickelt und in eine flache Glasschale mit 5procentiger Chlorcalciumlösung gelegt. Es entstand eine ziemlich lebhafte Gasentwickelung vom Eisen aus; ausserdem entwickelten sich aber auch Gasbläschen auf der ganzen Zinkstange. Nach zwei Tagen hörte die Gasentwickelung auf, das Zink war grau geworden, das Eisen war fast völlig blank geblieben. Es hatte sich eine ziemliche Menge eines voluminösen Niederschlages gebildet, der vorwiegend aus Zinkoxydhydrat, Zinkchlorid mit etwas kohlensaurem Kalk bestand; die Flüssigkeit reagirte alkalisch.

Diese Versuche zeigen hinlänglich die Haltlosigkeit der Seidler'schen Hypothese. Angenommen, es circulirten wirklich zwischen dem Eisen und dem Zink fortwährend elektrische Ströme, welche die Salzlösungen zersetzten, so dass z. B. beim gypshaltigen Wasser sich das Calcium am Eisen, das Säureradical SO_4 aber am Zink abschiede, so würde das Calcium augenblicklich 2 Molecüle Wasser zersetzen und unter Entwickelung von Wasserstoff, Kalkhydrat $[Ca + 2H_2O = Ca(OH)_2 + H_2]$ bilden, SO_4 aber mit dem Zink schwefelsaures Zinkoxyd. Diese beiden Substanzen, in unmittelbarer Nähe gebildet, würden sich sofort wieder in schwefelsauren Kalk und Zinkoxydhydrat umsetzen, der Gyps würde also einfach wieder hergestellt, um nun doch sich in Krusten abzusetzen, zum sehr geringen Theil auch wol mit dem Zinkoxydhydrat Schlamm zu bilden. Da ferner nach Commaille Magnesium aus Zinksulfatlösungen metallisches Zink, Zinkoxydhydrat und basisch schwefelsaures Zinkoxyd fällt, so würde auch bei bittersalzhaltigem Kesselwasser das Resultat wieder schwefelsaure Magnesia und pulverförmige Niederschläge sein. Bei Chloriden und Carbonaten würden entsprechende Zersetzungen eintreten; es ist daher nicht einzusehen, wie auf diese Weise die Kesselsteinbildung verhütet werden soll. Da ferner in den bisher beobachteten Fällen das Zink, wenn auch völlig oxydirt, doch im Wesentlichen seine ursprüngliche Form beibehalten hat, so kann es vorher gar nicht, oder doch nur zum geringen Theil, der sich im Schlamm findet, gelöst gewesen sein. Uebrigens wird bei der Elektrolyse von Lösungsgemischen mittelst eines so schwachen Stromes, wie er hier allein in Frage kommen könnte, immer nur

ein Salz zerlegt, und zwar im Allgemeinen in der Reihenfolge, in welcher die Metalle sich selber fällen. Es würde also doch wol erst das Zink, dann das Magnesium und das Calcium abgeschieden werden müssen, ehe die Alkaliverbindungen an die Reihe kommen könnten. Eine derartige Zersetzung der Kalk- und Magnesiasalze ist daher unter diesen Verhältnissen nicht denkbar.

In den mitgetheilten Versuchen gaben 15^g Zink in metallischer Berührung mit Eisen bei gewöhnlicher Temperatur in 24 Stunden nicht einmal $0^{mg},1$ Wasserstoff in einer Magnesiumchlorid- und Chlorcalciumlösung; bei 100^0 in 2 Stunden in Chlorcalcium etwa 2^{mg} ($22^{cc},37$ bei 0^0 trocken), in Chlormagnesium 1^{mg}, in Bittersalz und Gyps kaum $0^{mg},5$, in destillirtem Wasser $0^{mg},3$ Wasserstoffgas. Das Zink wird dabei in unlösliches Zinkchlorid, basisch schwefelsaures Zinkoxyd und Zinkoxydhydrat übergeführt, welche das Metall einhüllen; ein Theil der Kalk- und Magnesiasalze wird dadurch ebenfalls in basische Verbindungen übergeführt, oder auch wol als Hydrate abgeschieden werden. Die metallische Berührung wird dadurch unterbrochen. Ausserdem wird der an den Metallen abgeschiedene Wasserstoff den Uebergang der Elektricität hemmen. Zwar wird die Polarisation durch Erwärmen vermindert, doch werden noch andere Nebenwirkungen auftreten, welche die elektrische Spannung ebenfalls schwächen, so dass die ziemlich rasche Abnahme derselben leicht erklärlich ist.

Auch in Dampfkesseln, obgleich sie wol niemals eine rein metallische Oberfläche haben, wird anfangs eine geringe Gasentwickelung eintreten, und ist es immerhin denkbar, dass hierdurch und durch die erwähnten unlöslichen Niederschläge die Kesselsteinbildung gestört werden kann. In kurzer Zeit wird diese Wasserstoffentwickelung am Eisen aber aufhören, das Zink durch die Salzlösungen*) und den Sauerstoffgehalt des Speisewassers immer weiter zerstört werden, wenn es nicht durch Kesselsteinbildungen vor ferneren Angriffen geschützt wird.

Zinkeinlagen können demnach die Kesselsteinbildung im günstigsten Falle nur unter ganz besonderen Umständen hindern und dürften kaum einen Vorzug vor anderen mechanisch wirkenden Mitteln wie Steine, Blechschnitzel u. dgl. verdienen. —

Field will, wie dies auch schon von anderer Seite versucht ist, den Kessel in die Leitung einer ausserhalb desselben befindlichen Batterie einschalten.

Nach dem Faraday'schen Gesetze der festen elektrolytischen Action wird in jedem Elemente, wenn sie nach einander eingeschaltet sind, so dass der ganze Strom sie nach einander durchläuft, für jedes Aequivalent einer Verbindung, welches ausserhalb der Elemente zersetzt wird, auch 1 Aeq. Zink, Schwefelsäure, Salpetersäure u. s. w. gebraucht. Abgesehen von den durch die bedeutenden Leitungswiderstände bewirkten Verlusten, würde demnach bei Anwendung von 4 Bunsen'schen Elementen z. B. für 1^k im Kessel entwickelten Wasserstoff oder 34^k zersetzten schwefelsauren Kalk in der Batterie 130^k Zink, 196^k Schwefelsäure und 252^k Salpetersäure erforderlich sein. Finanziell stellt sich der elektrische Strom demnach noch ungünstiger als Zinkeinlagen. Uebrigens dürfte der Strom im günstigsten Falle doch wieder nur mechanisch wirken können. Eine etwaige Wanderung der Ionen zwischen den Polen wird bei der lebhaften Bewegung des Kesselwassers ohne Einfluss sein. —

*) Nach Siersch wird Zink in Kochsalzlösung unter Entwickelung von Wasserstoff und Abscheidung von Zinkoxyd und Chlorzinknatrium gelöst. (Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie, 1867, S. 257.)

Schlammfänger und Kesseleinlagen.

Ein Ungenannter hat auf den Boden seines Dampfkessels ein Zinngefäss gestellt. Nach 3 Wochen fand er in demselben einen Bodensatz von 14, im übrigen Kessel von nur 3 Zoll.

Johnson bringt unter dem Kessel einen kleinen Nebenkessel an, welcher mit demselben durch eine oder mehrere Röhren in Verbindung steht, und in dem sich der Schlamm ablagern soll. Ernst hat zur Abführung des Schlammes dem Absperrventile gegenüber im Boden des Kessels ein 54^{cm} weites Fallrohr angebracht, das in einen querliegenden, 63^{cm} weiten Kessel mündet, welcher nicht vom Feuer berührt wird. Bei einem Dampfkessel, der mit stark schlammbildendem Wasser gespeist wurde, soll sich diese Einrichtung gut bewährt haben.

Haswell bringt ein von aussen in Bewegung gesetztes Kreiselrad in die Kessel, um die Unreinigkeiten Schlammsäcken zuzuführen.

Der Schlammfänger von Forster wirkt zugleich, wenn auch nur unvollkommen, als Vorwärmer. Später bringt derselbe den Schlammsack ausserhalb des Kessels an.

Seward und Smith befestigen im Kessel in der Höhe des Wasserspiegels einen Kasten mit geneigtem Boden; der darin abgelagerte Schlamm wird durch ein Rohr nach aussen abgeführt. Dumery und Fletcher empfehlen Schlammröhren.

Bake soll schon im Jahre 1823 den Vorschlag gemacht haben, einen losen Boden in den Kessel zu bringen. Scott liess sich am 4. August 1827 die Anwendung von Platten und Trögen patentiren, welche auf Unterlagen oder Füssen stehen, und auf denen sich Schlamm und Kesselsteinkrusten absetzen sollten. Armstrong verband diese Einlagen mit einer Vorrichtung zum Ausblasen des gesammelten Schlammes. Boulard will in ähnlicher Weise Drahtgewebe oder durchlöcherte Metallplatten anwenden. Correns bringt zwei grosse Blechtafeln in den Kessel, welche zur besseren Reinigung mit einem Anstrich von Leinöl und Graphit versehen sind. Schmitz verwendet zu demselben Zwecke gewellte Bleche, Zipser leicht auszuwechselnde Schlammkasten.

Die grösste Verbreitung scheinen jedoch die Kesseleinlagen von Popper gefunden zu haben, welche, wie die von Scott, Correns und Schmitz, nicht nur den gebildeten Schlamm sammeln, sondern auch eine so

lebhafte Bewegung des Kesselswassers bewirken sollen, dass sich angeblich nur sehr wenig Krusten absetzen können.

Napravil, Isambert, O. Kohlrausch und Bestelmeyer haben günstige Resultate nach Anwendung der Popper'schen Einlagen beobachtet, Krüger und Bolte haben dagegen sehr unangenehme Erfahrungen mit diesen Einlagen gemacht; in einem neuen Kessel waren die Bleche 3^{mm} tief eingescheuert. Auch nach Weinlig verhindern diese Einlagen nicht die Bildung fester Krusten und haben nur bei Kesseln mit Unterfeuerung beschränkten Nutzen; selbst mit Anwendung von Einlagen sind verbrannte Kesselplatten zu verzeichnen gewesen. Dietze glaubt, dass Einrichtungen zur Verhütung von Kesselstein durch Circulation des Wassers in den Dampfkesseln einen Mehraufwand von mehr als 25 pCt. des Brennmaterials erfordern.

Derartige Einlagen können zwar dadurch für Kessel mit Unterfeuer nützlich werden, dass sie den Schlamm und die abgesprengten Kesselsteinsplitter sammeln und so das Festbrennen auf der Feuerplatte verhüten, zuweilen sind aber die Zwischenräume zwischen Einlage und Kesselblech dennoch so mit Unreinigkeiten verstopft gewesen, dass die Bleche durchgebrannt waren. Derartige Vorrichtungen sind daher nur mit Vorsicht anzuwenden. Es wurde ferner schon erwähnt, dass Krustenbildungen auch bei raschester Bewegung des Wassers möglich sind. Diese Einlagen können daher die Bildung fester Kesselsteinkrusten nicht hindern; dieselben werden nur deshalb etwas dünner als sonst, weil sie sich auch auf beiden Seiten der Blecheinlagen ansetzen. Hat sich aber eine solche Ablagerung gebildet, so muss die Wärme von dem Kesselblech auf die selten fehlende Rostschicht, von dieser auf den Kesselstein und erst nach dessen Durchdringung auf das Wasser übertragen werden. Es kann daher weniger in Betracht kommen, ob ein Kesselstein 2 oder 5^{mm} dick ist, als dass er überhaupt vorhanden ist.

Von eigenthümlichen Kesselconstructionen, welche die Bildung von Steinkrusten verhüten sollten, mögen erwähnt werden die von Schmidt, Dickerson, Wiese, Field, Thomson und der drehbare Kessel von Grimaldi. Dass sie den beabsichtigten Zweck nicht erreichen konnten, liegt auf der Hand.

Auf der XVI. Hauptversammlung in Aachen waren Zeichnungen eines Dampfkessels ausgestellt, dessen Wandungen durch rotirende Stahlbürsten reingehalten werden sollten. Voraussichtlich werden sich die Stopfbuchsen nur schwer dicht halten lassen, die Kesselbleche aber durch die fortwährende Reibung rascher abgenutzt werden, als dieses sonst der Fall sein würde.

Blechschnitzel u. dgl. Ferrari empfahl zur Verhütung von Kesselsteinbildungen, gewöhnliche Kohle in die Kessel zu bringen. Johnson bringt in dieselben zerstossenes Glas, Flintensteine, Kiesel, Porzellanscherben, Eisen-, Kupfer-, Zink- und andere Metallabfälle, überhaupt harte, im Wasser unlösliche Körper, durch deren Bewegung die Wände und der Boden der Dampfkessel abgescheuert werden. Auch Kuhlmann empfiehlt Blechschnitzel, Glasscherben u. dgl.

Diese Körper können zwar anfangs den Ansatz einer festen Kruste hindern, dann aber legen sie sich bei Anhäufung des Schlammes auf den Boden, die ganze Masse brennt leicht fest, so dass die Bleche nun erst recht zerstört werden können, da die porösen Kesselsteine, welche sich durch Festsetzen des Schlammes bilden, noch weit schlechtere Wärmeleiter sind als die krystallinischen Krusten.

Schwennhagen behauptet, dass jede Kesselsteinbildung unfehlbar beseitigt werde, wenn man in die Dampfkessel gepulverte Kreide bringe; offenbar ein Irrthum.

Von dem Ingenieur des Hannoverschen Dampfkesselrevisions-Vereines, Hrn. Grabau, erhielt Verfasser ein weisses Pulver, welches bei einer hiesigen Dampfkesselanlage gebraucht werde; dasselbe war mit einer Gebrauchsanweisung versehen, welche hier wörtlich folgen mag.

„Wir beehren uns hiermit, Ihnen eine Substanz unter dem Titel Poudre algérienne (Algierisches Pulver), dessen Erfindung unser Haus gemacht hat, zur gefälligen Einsicht zu übergeben, welches unfehlbar gegen jede Verkrustung der Dampfkessel (Kesselstein), Locomotiven und Maschinen aller Art wirkt.

Diese Substanz, aus welcher wir bis jetzt einen glücklichen Erfolg erzielten, enthält keine Säure, wurde mehrere Male einer Auseinandersetzung unterzogen und von verschiedenen Chemikern und Ingenieuren Frankreichs gutgeheissen. Genanntes Pulver ist bei allen Maschinen ohne Ausnahme und ohne Gefahr für die Dampfkessel verwendbar.

Gebrauchsanweisung. Man nimmt eine Dosis von 250^{g} pro Pferdest., und die Maschine arbeitet gut während drei Monaten und zwar mit dem kalkartigsten und schwersten Wasser. Alle drei Monate, bei Entleerung des Siedkessels, mittelst einiger Besenstriche entfernt sich stückweise jeglicher Ansatz, und wird dadurch für immer eine salzige und erdige Anhäufung im Inneren der Maschine verhütet.

Mit diesem Verfahren verschwindet jede Gefahr für die Kessel, und das Abklopfen mit dem Hammer wird dadurch gänzlich unnöthig."

Maison M. Meyer .... Lüttich.

Das Pulver ist schwefelsaurer Baryt (Schwerspath); es ist also dasselbe, welches schon einmal unter gleichem Namen, dann im Jahre 1866 von Lazare in Paris als Poudre italienne nach Deutschland eingeführt wurde mit der Behauptung, die Anwendung desselben habe eine Brennmaterialersparniss von wenigstens 40 pCt. zur Folge.

Der glückliche Erfinder lässt sich 1^{k} mit 3 ℳ bezahlen; der reelle Werth beträgt etwa 20 Pf., als Kesselsteinverhütungsmittel ist derselbe meist negativ. Es ist wirklich unbegreiflich, wie sich Jemand auf einen so plumpen Schwindel einlassen kann.

Thon. Chaix empfahl die Anwendung von Thon, um die Bildung fester Kesselsteinkrusten zu verhüten. Er erhielt für diese Erfindung vom Marineminister eine Belohnung von 20 000 Frcs. und von der Société d'Encouragement eine goldene Denkmünze. Nach einem Bericht von Payen hat sich dieser Thonzusatz bei den französischen Marinekesseln bewährt; nach seiner Ansicht werden die sich ausscheidenden Kesselsteinbildner durch den Thon pulverförmig niedergerissen und so an der Bildung fester Krusten gehindert. Später ist dieser Thonzusatz wieder von Wiederhold empfohlen.

Schon Aldefeld und Dingler beobachteten, dass der Thon leicht vom Dampfe mit in die Maschine hinübergerissen wird und diese abschleift. Burg und Becker bestätigen, dass dieser Schlamm sich nach und nach durch die Maschine zieht, Klappen und Ventile belegt und selbst die Kolben und Cylinder angreift. Auch Benner hat mit Thon nur durchaus ungenügende Resultate erhalten.

Spiske und List empfehlen in gleicher Weise, Seifenschiefer anzuwenden, Touaillon (englisches Patent vom 9. December 1871) Talkpulver. Der Erfolg wird kaum wesentlich günstiger sein als mit Thon.

Torf. Bald berichtete, dass in Schottland mit bestem Erfolg Malzkeime oder Torferde in die Dampfkessel gebracht würden; die Dampfbildung soll dadurch auffallend beschleunigt werden. Johnson empfiehlt Torf, Dünger u. dgl.; Laudale bemerkt aber, dass bei Anwendung dieser Stoffe das Kesselwasser stark schäumt. Elsner schlägt Sägespäne vor; er giebt aber selbst zu, dass diese leicht durch den Dampf mit übergerissen werden. Die Anwendung dieser Substanzen, welche im günstigsten Falle Schlammbildungen veranlassen, kann in keiner Weise empfohlen werden.

Fetten und Theeren der Kesselwände.

Der Vorschlag, die Kesselwände mit Fett einzureiben, um dass feste Anhaften des Kesselsteines zu verhüten, ist schon alt. Bedford verwendet Wallrathöl, John schlug vor, die sorgfältig gereinigten Kesselwände mit einer Mischung von 1 Th. Graphit und 6 Th. Talg zu überziehen. — Während sich dieser Anstrich an einigen Orten bewährt hat, haben Andere ebenso viel Kesselstein bekommen als ohne einen solchen. Corenwinder empfiehlt, die Kesselwände mit Asphaltöl, Schulze, dieselben mit Theer zu bestreichen. Daelen hat damit aber sehr ungünstige Erfahrungen gemacht. Sibbald verwendet ein Gemisch aus 1 Th. Talg, 1 Th. Graphit und 0,5 Th. Holzkohle, von ihm „Metalline" genannt. West will das Innere des Kessels mit 14^{k} Kalk, $1^{k},5$ Seife, 250^{cc} Rüböl, 250^{cc} Terpentin, 1^{k} Graphit, $1^{k},5$ Soda, 4^{k} Bleiweiss und 17^{l} Wasser überziehen. Sägher empfiehlt Gemische aus Asche, Holzkohle, Pech, Stearin, Talg, Seife und Russ. Die Masse wurde kugelförmig geformt in die Kessel gebracht. Maurer beschreibt einen Apparat zum Einbringen dieses sogen. „belgischen Kesselsteinpulvers" in die Kessel. Ashworth will Steinkohlentheer, gemischt mit Seife, Graphit und Leinsamenabkochung, verwenden. Bolzano empfiehlt, Fette, Fettsäuren und Harzsäure in den Kessel zu bringen und mit Theer und Kolophonium getränkte Tücher direct oder mittelst Schwimmer so aufzuhängen, dass sie der Wasseroberfläche beständig folgen können, um so einen schwimmenden Kesselstein zu erzeugen.

Renner, Bolley, Weber, Lermer, Triepcke, Birnbaum, Münter u. A. haben bereits die Schädlichkeit von Fett im Dampfkessel nachgewiesen. Isambert nennt das Anstreichen der Kesselwände mit Recht eine Unsitte; er hat gesehen, dass Vorwärmer infolge eines solchen Anstriches zerfressen sind, ohne dass die Bildung von Kesselstein irgendwie gehindert wäre. Abgesehen davon, dass bei Anwendung derartiger Stoffe Schmutztheile leichter mit dem Dampfe übergerissen werden, wird ein Kessel mit einem solchen Anstrich mehr Brennmaterial erfordern und leichter überhitzt werden als ohne einen solchen.

Petroleum. In Amerika will man mehrfach dadurch die Kesselsteinbildung verhütet haben, dass man in die Kessel Rohpetroleum brachte. Es ist nicht recht einzusehen, wie dasselbe wirken soll. Besser scheint sich das Petroleum zur Reinigung des fetthaltigen Condensationswassers zu eignen.

Katechu.

Watteau liess sich eine Anzahl Gemische patentiren, von denen einige namentlich aus Katechu bestanden. Saillard empfiehlt sein sogen. „harzhaltiges basisches japonsaures Doppelsalz" — ein Gemisch aus Katechu, Fichtenharz und Alkalien. Auch Newton und Bischof verwenden Katechu. Scholl empfiehlt für gypshaltiges Speisewasser eine Lösung von 50 Th. Katechu und 12 Th. Kochsalz, Benner eine stark alkalische Lösung von Katechu. Weinlig dagegen hebt hervor, dass Katechu, Hallogenin und Kartoffeln überall nur zufällig wirken.

Hierher dürfte auch das Balling'sche patentirte Harz gehören. Dasselbe soll im Jahre 1868 von Burger in Magdeburg, 100^{k} zu 108 ℳ verkauft worden sein. Näheres hierüber hat Verfasser nicht erfahren können.

Gerbstoffe. Johnson schlug vor, in die Kessel Farbhölzer, Gerberlohe u. dgl. zu bringen; Board Sägespäne von Mahagoniholz, Elsner Tormentillwurzeln. Für Locomotiven der Taunusbahn wurde Lohewasser verwendet. Cavé bringt in die Kessel eichene Scheite; später will derselbe das Speisewasser in Behältern, welche eichene Scheite enthalten, durch den abgehenden Dampf erhitzen, um so die Unreinigkeiten desselben abzuscheiden. Delfosse liess sich die Anwendung eines Loheauszuges mit Natron, Potasche und Kochsalz patentiren. Delrue will die concentrirten Auszüge von Eichen- und Fichtenrinde und Sumachblättern, mit Weinstein und Terpentinöl versetzt, anwenden.

In einem Berichte über die Untersuchung amerikanischer Dampfkessel wird angegeben, dass Katechu, Galläpfel und Eichenrinde unter Umständen die Bildung

von Kesselstein aus kalkhaltigem Wasser hindern, nicht aber die aus gypshaltigem Wasser; reine Gerbsäure greife die Kessel an, und wird daher vor Anwendung derselben gewarnt.

Unter der Bezeichnung Tartrifuge liefert neuerdings die Firma Trouète & Ducoux ein Gemisch von 10 Th. Talk, 10 Th. Weizenmehl, 10 Th. Bohnenmehl, 20 Th. Fett, 10 Th. Blauholzextract, 10 Th. Soda und 10 Th. Glaubersalz, welches in keiner Weise empfehlenswerth ist.

Die Abfälle vom Ausfleischen gegerbter Häute sind schon früher gegen die Bildung fester Krusten angewendet. Hevitt empfiehlt 20 Th. Lederabfälle, mit 1 Th. Talg und Soda zusammen gekocht. Präger liefert für 60 ℳ 100^k einer sogen. „Kesselsteincomposition", die dadurch hergestellt wird, dass man leimgebende Abfälle der Gerbereien mit Wasser kocht und die Flüssigkeit mit einer Gerbsäurelösung fällt.

Burfitt's patentirte Composition hat sich bei einem Versuche hier in Hannover durchaus nicht bewährt. Auch nach den Erfahrungen Weinlig's hat sie überall nur geringe Wirkung gehabt. Die vorgelegten Zeugnisse über gute Wirkung derselben sind meist auf ungenaue Beobachtungen zurückzuführen; man hat sich nicht die Mühe gegeben, in den Kessel hinein zu steigen. Ebenso ergab sie in Würzburg nur ungünstige Resultate. Alle diese gallertartigen, klebrigen Stoffe verunreinigen und verstopfen die Wasserstandshähne, Rohre und Ventile, werden selbst mit dem dadurch leicht aufschäumenden Wasser in die Maschine übergerissen und geben mindestens Schlammmassen, welche sehr leicht festbrennen. Vor Anwendung derselben ist daher zu warnen.

Stärkemehlhaltige Stoffe.

Die Anwendung der Kartoffeln gegen Incrustationen ist schon alt. Englische Arbeiter, welche ihre Kartoffeln im Dampfkessel gekocht und zufällig einige vergessen hatten, sollen die ersten Beobachtungen über die Wirkungen derselben gemacht haben. Elsner meint, die Stärke der Kartoffel gehe in Dextrin über, welches die Kalktheile mit einer schleimigen Hülle umgebe und so möglicherweise die Bildung einer festen Kruste verhindern könne.

Während von einigen Seiten über die Verwendung derselben günstig berichtet wird, beobachtete man namentlich bei Schiffskesseln, dass das Wasser stark aufschäumte, Cylinder und Röhren verunreinigte, und Heyde meint, die Anwendung von Kartoffeln habe überall nur das Anbrennen derselben als Resultat ergeben.

Nicht bessere Resultate wird die neuerdings als Kesselsteinverhütungsmittel vorgeschlagene Apparatine, mit kaustischen Alkalien gekochte Stärke, geben.

Hörkens schlug Cichorien vor, Rosenkranz isländisches Moos; die Wirkung dieser Flechte soll theils auf dem Jod- und Bromgehalt, theils auf der gallertartigen Beschaffenheit derselben beruhen, Angaben, welche als unrichtig zurückgewiesen werden müssen. Mit Recht warnt Varrentrapp vor Anwendung derartiger schleimiger Stoffe.

Zucker. Guinon bringt in die Kessel Melassenzucker, Guimet Stärkezuckersyrup. In einem Kessel der Wiener Münze hatte man Thon, Gerberlohe, Kartoffeln, Blechschnitzel und Salmiak nach einander vergeblich angewendet; nach Einführung von 15^k Kartoffelsyrup fand man beim Oeffnen des Kessels nur Schlamm. Dextrinsyrup war früher unter dem Namen „Winkelmann's Lithophagon" im Handel. Auch Süssbier mit Malz und dergleichen Unsinn mehr sind vorgeschlagen.

Bei gypshaltigem Wasser dürfte Zucker schwerlich irgend welchen Erfolg haben.

Glycerin. Asselin empfahl zur Verhinderung von Kesselsteinbildungen, Glycerin in die Dampfkessel zu bringen. Mohr hat gesehen, dass bei Anwendung desselben in einem Kessel der Mannheimer Maschinenfabrik statt Kesselstein sich eine Menge von feinem Pulver gebildet hatte. Lehzen berichtet dagegen, dass mit Glycerin bei gypshaltigem Wasser kein günstiges Resultat zu erreichen sei. Benner hat nur durchaus ungenügende Resultate erhalten.

Alle bisher besprochenen Mittel, welche nur die Bildung einer fest anhaftenden Kruste verhindern sollen und im günstigsten Falle eine starke Schlammbildung veranlassen, sind aus den mehrfach erwähnten Gründen keinesfalls zu empfehlen. —

Fällungen im Kessel.

Um die Bildung fester Krusten zu verhüten, hat man verschiedene Stoffe in die Dampfkessel gebracht, welche die Kesselsteinbildner ganz oder zum Theil als unlösliche Pulver ausfällen sollten. Als derartige Fällungsmittel sind namentlich Chlorbarium, Kalk, ätzende und kohlensaure Alkalien sowie verschiedene Gemische beachtenswerth.

Chlorbarium. Die Reinigung gypshaltiger Wässer durch Bariumverbindungen ist schon alt. Kuhlmann empfahl wiederholt Chlorbarium, um gypshaltiges Wasser und Meerwasser zum Speisen der Dampfkessel verwendbar zu machen. Rühlmann, Baist, Reichel und Hasenclever haben durch Einbringen von Chlorbarium in die Dampfkessel befriedigende Resultate erhalten.

H. v. Reiche behauptet in seinem bekannten Handbuche über „Anlage und Betrieb der Dampfkessel" merkwürdiger Weise, schwefelsaurer Kalk verbinde sich mit dem Chlorbarium zu unlöslichem Chlorkalk und unlöslichem Schwefelbaryt.

Schwefelsaurer Kalk zersetzt sich bekanntlich mit Chlorbarium nach folgender Gleichung:

$$\underset{136}{CaO, SO_3} + \underset{208}{BaCl} = \underset{233}{BaO, SO_3} + \underset{111}{CaCl}$$

136^g Calciumsulfat geben also mit 208^g Bariumchlorid 233^g unlösliches Bariumsulfat und 111^g sehr leicht lösliches Calciumchlorid. In richtiger Menge angewendet, verhindert demnach Chlorbarium die Bildung einer festen Kruste, wenn das Speisewasser nur schwefelsauren Kalk als Kesselsteinbildner enthält; aus einem Wasser, welches Calciumbicarbonat enthält, wird sich auch trotz

Anwendung von Chlorbarium fester Kesselstein absetzen können, wie dieses schon von Haas beobachtet wurde.

Wegen des hohen specifischen Gewichtes des ausgeschiedenen schwefelsauren Baryts (4,5) wird dieses wol kaum mit dem Dampfe übergerissen werden. Varrentrapp meint aber, dass der Zusatz von Chlorbarium nachtheilig sei, wenn nicht im Kesselwasser stets ein Ueberschuss desselben vorhanden wäre, da der schwefelsaure Baryt mit dem unzersetzt ausgeschiedenen schwefelsauren Kalk sehr fest zusammenbacke. Er räth überall da von der Anwendung des Chlorbariums im Dampfkessel ab, wo eine gute Einrichtung zum Schlammabblasen fehlt.

Vogel hat, wie früher schon Richter, bemerkt, dass bei Anwendung von Chlorbarium die übergehenden Wasserdämpfe salzsäurehaltig waren. Da schwefelsaure Magnesia mit Chlorbarium unter Fällung von schwefelsaurem Baryt Chlormagnesium giebt, welches beim Erhitzen, wie bereits erwähnt, unter Abscheidung von Magnesiahydrat und Entwickelung von Chlorwasserstoff theilweise zersetzt wird, so ist bei Anwendung eines bittersalzhaltigen Speisewassers die Gefahr, derartige saure Dämpfe nach dem Zusatz von Chlorbarium zu erhalten, allerdings nicht ausgeschlossen. Zu berücksichtigen ist ferner der Einfluss der gebildeten Chloride auf das Rosten des Eisens. Ueberschüssiges Chlorbarium greift nach den Versuchen von Beuther Eisen, Kupfer und Messing nicht an.

Wie nicht anders zu erwarten, kommen mehrere sogenannte Kesselsteinpulver im Handel vor, welche Chlorbarium enthalten. Sauerwein hat ein derartiges Mittel untersucht, welches aus 86 pCt. Chlorbarium und 14 pCt. Kohle bestand.

Das Hallogenin, welches von Berlin aus in den Handel gebracht wurde, bestand aus 17 pCt. Chlorbarium, 65 pCt. Salmiak und 18 pCt. Katechu. O. Kohlrausch bemerkte, dass das Wasser bei Anwendung dieses Mittels stark schäumte, die Maschinentheile beschmutzt wurden, und dass dennoch die Kesselsteinbildung nicht verhütet war. Horn hat einen Kessel gesehen, welcher nach Anwendung von Hallogenin in allen Fugen undicht geworden war; die Bleche waren derart angegriffen, dass sich in dem Kessel etwa 80^k pulverförmiges Chloreisen fanden.

Marohn's Anti-Kesselstein. „Bei Anwendung dieser Composition wird der in Dampfkesseln oder Locomotiven lagernde Kessel- oder Wasserstein vollständig gelöst, eine Neubildung vermieden, jeder Explosion vorgebeugt und 30 bis 40 pCt. an Brennmaterial erspart ....“ so behauptet Ad. Marohn in Berlin. Für jede Pferdest. sollen monatlich 250^g dieses Antikesselsteines durch das Mannloch oder im Speisewasser gelöst in den Kessel gebracht werden; bei schon vorhandenem Kesselstein die doppelte Menge. Es werden 6 Mischungsverhältnisse vorräthig gehalten: 3 für Brunnen- und Quellwasser und je eine für Flusswasser, Seewasser und Locomotiven. Selbstverständlich liegen die günstigsten Gutachten von Th. Werner u. A. vor. Schädler & Gnuschke in Berlin bescheinigen, dass diese Composition in ihrer Wirkung ausgezeichnet sei, das Kesselblech in keiner Weise angreife u. s. w.

Von Ingenieur Grabau erhielt Verfasser die Probe (I) eines Absatzes aus einem Dampfkessel, in welchen Chlorbarium gebracht war, und eine Probe (II) aus einem daneben liegenden Kessel, der mit demselben Wasser gespeist, aber mit Antikesselstein versorgt war. Die bei der Untersuchung gefundenen Bestandtheile entsprachen folgender Zusammensetzung:

	I	II
Schwefelsaurer Kalk	70,08	66,03
Kohlensaurer -	9,42	8,85
Magnesiahydrat	7,20	6,19
Eisenoxyd, löslich in Salzsäure	—	3,42
Rückstand, unlöslich in Salzs.	9,09	10,94
Alkalien, Wasser, Verlust . .	4,21	4,57
	100,00	100,00.

Das hierbei verwendete Marohn'sche Kesselsteinpulver bestand aus:

krystallisirtem Chlorbarium . .	74,10
Salmiak	12,37
Eisenocker	10,01
Wasser und Verlust	3,52
	100,00.

Drei direct von Berlin bezogene Proben unterschieden sich von der vorliegenden so wenig, dass man vermuthen sollte, die geringen Abweichungen in der quantitativen Zusammensetzung hätten ihren Grund lediglich in der mangelhaften Mischung der Bestandtheile.

Offenbar ist der Eisenocker nur zugesetzt, um die Erkennung der beiden anderen Bestandtheile zu erschweren. 1^k dieses Gemisches kostet 2 ℳ, reeller Werth höchstens 1 ℳ.

Ob ein Theil des löslichen Eisenoxydes aus dem Kessel oder aus dem zugesetzten Eisenocker stammt, wagt Verfasser nicht zu entscheiden. Jedenfalls sprechen die eben erwähnten üblen Erfahrungen, welche mit dem ähnlichen Hallogenin gemacht sind, gegen die Verwendung des Antikesselsteines. Bei den Kesseln des Magdeburger Revisionsvereines hat sich weder das Hallogenin noch Marohn's Antikesselstein bewährt, wie Weinlig berichtet.

Das Kesselsteinpulver von A. Weyel in Berlin bestand aus 41 Th. Eisenchlorür, 4 Th. Chlorbarium, 28 Th. Salmiak und 27 Th. Unlöslichem. 1^k wurde zu 1,2 ℳ verkauft. Wie vorauszusehen, hat sich dasselbe durchaus nicht bewährt.

Katalan wurde im Jahre 1867 von Israel, Jonath & Co. in Berlin 1^k zu 0,5 ℳ verkauft und von Prof. Sonnenschein empfohlen. Bodenbender glaubt, dasselbe habe aus einem Bariumsalze mit Kalk bestanden.

Kalk. Wird ein Wasser, welches Calciumbicarbonat enthält, mit Kalkwasser versetzt, so bildet sich einfachkohlensaurer Kalk, welcher in sehr schwer löslichen Flocken ausgeschieden wird:

$$(CaO, CO_2 + HO, CO_2) + CaO, HO = 2\,CaO, CO_2 + 2\,HO.$$

100 Th. als Bicarbonat gelöster kohlensaurer Kalk geben

demnach 200 Th., oder genau die doppelte Menge des Niederschlages, welcher beim Erhitzen des Wassers entstanden sein würde. Ausserdem wird die kohlensaure Magnesia und, bei hinreichendem Kalkzusatz durch Zersetzung der leicht löslichen Magnesiaverbindungen, Magnesiahydrat gefällt. So schätzenswerth Kalkmilch zur Abscheidung dieser Bestandtheile des Speisewassers, bevor dasselbe in den Kessel kommt, auch sein mag, so wenig rationell ist es, dieselbe, wie v. Reiche meint, in den Dampfkessel zu bringen. Abgesehen von den dadurch gebildeten mächtigen Schlammmassen, welche leicht festbrennen, kann überschüssiger Aetzkalk für die Dampfkessel doch sehr gefährlich werden. Dass Kalk die Bildung einer festen Kruste aus gypshaltigem Wasser nicht verhindern kann, liegt auf der Hand.

Kesselsteinpulver von May in Buckau. Verfasser erhielt von dem Vorsitzenden des Hannoverschen Dampfkesselrevisions-Vereines, Hrn. A. Knövenagel unter obiger Bezeichnung ein graues Pulver zur Untersuchung, welches, in die Dampfkessel gebracht, natürlich jede Kesselsteinbildung verhüten soll. Die Analyse ergab folgende Zusammensetzung:

Calciumoxydhydrat	56,03
Calciumoxyd	9,46
Calciumcarbonat	22,45
Magnesia	0,82
Eisenoxyd und Thonerde	6,63
Sand	1,10
Chlor, Schwefelsäure, Alkalien, Verlust	3,51
	100,00.

Es liegt hier also ein sehr mittelmässiger Kalk vor, welcher an der Luft zerfallen ist, wahrscheinlich die zusammengekehrten Abfälle einer Kalkbrennerei. 100^k werden mit 60 M verkauft; wirklicher Werth höchstens 2 M und als Kesselsteinverhütungsmittel in der Regel negativ.

Paralithicon minerale. Vor einem Jahre legte Ingenieur Bachmann im Hannoverschen Bezirksvereine deutscher Ingenieure ein von Leopold Cohn & Co. in Berlin unter obiger Bezeichnung als Universalmittel gegen den Kesselstein in den Handel gebrachtes weisses, feuchtes Pulver vor. Nach der beigelegten Gebrauchsanweisung soll für je 3^{qm},9 feuerberührter Fläche 1^k dieses Pulvers, in heissem Wasser gelöst, durch das Mannloch oder Sicherheitsventil in den Dampfkessel gebracht werden. Bei 12 stündiger Arbeit soll man nach 6 bis 8 Wochen nur Schlamm im Kessel finden. Die bei einer vom Verfasser ausgeführten Analyse gefundenen Bestandtheile dieses Pulvers entsprechen folgender Zusammensetzung:

Calciumcarbonat	41,05
Kalkerdehydrat	5,18
Magnesia	0,62
Natronhydrat	22,60
Natriumsulfat	6,67
Natriumchlorid	4,64
Organisches (Leim)	4,12
Unlösliches	0,41
Wasser	13,56
	98,85.

Die beigemischte organische Substanz ist stark stickstoffhaltig und entwickelt beim Erhitzen intensiven Leimgeruch. Da das Pulver ferner geringe Mengen Phosphorsäure enthält, so darf man wol annehmen, dass Knochenleim verwendet wurde. Hiernach lässt sich ein dem Vorliegenden im Wesentlichen gleiches Gemisch herstellen aus

10 Th. zu Pulver gelöschtem Kalk
10 Th. gewöhnlicher calcinirter Soda
1 Th. Knochenleim.

100^k desselben werden mit 96 M verkauft, reeller Werth kaum 20 M.

An der Spitze der natürlich nicht fehlenden „Atteste“ bescheinigt Prof. F. L. Sonnenschein in Berlin, dass das Paralithicon nach einer in seinem Laboratorium ausgeführten Analyse keine Stoffe enthalte, welche auf Dampfkessel und deren Armaturen einen zerstörenden Einfluss ausüben könnten. Es ist wirklich unverzeihlich, dass ein deutscher Professor auf diese Weise die Verbreitung eines nicht preiswürdigen Geheimmittels fördern mag.

Allerdings können aus einem Wasser, welches namentlich die Bicarbonate des Calciums und Magnesiums enthält, diese Kesselsteinbildner durch einen passenden Zusatz des Mittels pulverförmig abgeschieden werden; durch den Kalkzusatz wird aber die Menge des leicht festbrennenden Schlammes fast verdoppelt. Da ferner der Zusatz nicht nach der Beschaffenheit und Menge des verdampften Wassers, sondern merkwürdiger Weise nach der Grösse der Heizfläche bemessen werden soll, so wird fast immer zu wenig oder zu viel zugesetzt werden. Wie bedenklich aber Aetzkalk und Leim für den Kessel sind, wurde bereits hervorgehoben. Strohmer berichtet denn auch schon über sehr üble Erfahrungen, welche beim Gebrauch dieses Universalmittels gemacht worden sind.

Weinlig hat bemerkt, dass bei Anwendung des Paralithicon der Kitt des Mannlochverschlusses gelöst und die Verschraubungen undicht wurden. Ausserdem schäumte das Wasser stark.

Das Lithoreactiv von Weiss in Basel bestand aus Kalkmilch, Natronlauge und Melasse; später setzte derselbe noch etwas Theriak hinzu, wol nur um die Sache etwas geheimnissvoller zu machen.

Aetzende und kohlensaure Alkalien. Dam schlug vor, eine concentrirte Lösung von Kali- oder Natronhydrat in die Kessel zu bringen. Auch Trebitz will Natronlauge anwenden. Knapp spricht sich mit Recht dagegen aus.

Kuhlmann und Fresenius empfehlen gegen die Bildung fester Krusten, Soda in die Dampfkessel zu bringen. Von anderer Seite wurde dagegen die Beobachtung gemacht, dass die Kesselbleche nach Anwenduug der Soda sehr stark angegriffen wurden. Zimmer schreibt diese schlimmen Erscheinungen dem Cyangehalt der gewöhnlichen Soda zu, eine Angabe, welche bezweifelt werden muss, Corput ihrer Verunreinigung durch Glaubersalz. Bolley empfiehlt wenigstens darauf

zu sehen, dass sie nicht in zu grossem Ueberschuss vorhanden sei, und Varrentrapp, nur solche Soda anzuwenden, welche nicht mit Kochsalz oder Glaubersalz verunreinigt ist.

Calciumsulfat zersetzt sich mit Soda nach folgender Gleichung:

$$CaO, SO_3 + NaO, CO_2 = CaO, CO_2 + NaO, SO_3$$

136^g schwefelsaurer Kalk oder 172^g Gyps erfordern also zu ihrer völligen Zersetzung 106^k kohlensaures Natron oder 286^g krystallisirte Soda. In ähnlicher Weise werden auch die übrigen Calcium- und Magnesiumverbindungen als Carbonate gefällt unter gleichzeitiger Bildung der entsprechenden leichtlöslichen Natronsalze. Leider kann aber der ausgeschiedene Schlamm leicht festbrennen, so dass diese im Kessel selbst ausgeführte Fällung nicht empfehlenswerth ist.

Watteau liess sich eine Anzahl Gemische patentiren, welche wesentlich aus Soda und Potasche bestehen. Hatfull (englisches Patent vom 24. Januar 1873) will eine Lösung von Natron, Potasche und Terra japonica verwenden. Ray (englisches Patent vom 17. Juni 1873) empfiehlt ein Gemisch von 12 Th. Hudson's Seifenextract (wesentlich Soda), 3 Th. Graphit und 1 Th. Borax; Travis Natronwasserglas, Natriumphosphat und Carageen.

Chandelon schlug vor, 5^k Ochsenblut, 2^k Stärke und 2^k Soda zusammengemischt und getrocknet in den Kessel zu bringen. Mortelette liess sich ein Gemisch aus Sägemehl, Soda, verkohltem Tannenholz und Thon patentiren, Morgan eine Flüssigkeit aus Schwefelnatrium, Cochenille und Verbenaöl.

Von sonstigen Vorschlägen, die Kesselsteinbildner im Dampfkessel selbst pulverförmig abzuscheiden, mögen noch folgende erwähnt werden. Lechatelier schlägt vor, bei Verwendung saurer Grubenwässer Kreide oder Zink in den Dampfkessel zu geben. Delandre will Zinnchlorür, Müller phosphorsaures Natron, Lagrange phosphorsaures Ammoniak verwenden. Baldvin (engl. Patent vom 4. September 1871) schlägt ein Gemisch von 80 Th. Wermuthsalz, 10 Th. Salmiak, 5 Th. oxalsaures Ammoniak, 1 Th. Mandelöl, 1 Th. Carbolsäure mit 50 Th. Wasser vor; bei schon vorhandener Kruste: 40 Th. Ueberchlorsäure, 10 Th. Stickoxyd, 10 Th. Oxalsäure, 2 Th. Caramel, 2 Th. Palmöl, 38 Th. Wasser. Selbstverständlich kann dieses Gemisch gar nicht hergestellt werden. Ueber den Werth oder Unwerth dieser Vorschläge wird man nicht zweifelhaft sein.

Ausblasen. Maudsley und Field liessen sich bereits eine Vorrichtung patentiren, durch häufiges Ausblasen die Bildung fester Kesselsteinkrusten und, namentlich bei Schiffskesseln, die zu grosse Concentration des Kesselwassers zu verhüten. Russel, Mather und Long beschreiben Salinometer, Mather, Davis & Hardester Vorrichtungen zum Ausblasen. Davison und O. Dingler besprechen den durch das Ausblasen bewirkten Wärmeverlust.

Neuerdings wurde auch für Landkessel das Ausblasen als wirksames Mittel zur Verhütung von Kesselstein empfohlen. Da die Carbonate von Calcium und Magnesium schon beim Kochen, der schwefelsaure Kalk bei 130 bis 140° unlöslich abgeschieden werden, so ist die Bildung von Kesselsteinkrusten durch häufiges Ausblasen nicht zu verhindern, wie dies auch schon von Cousté, Hasenclever u. A. beobachtet wurde.

Die bisher besprochenen Vorschläge zur Verhütung der Kesselsteinbildungen sind demnach theils mangelhaft, theils geradezu verwerflich; die Kesselsteinbildner des Speisewassers müssen daher in leicht lösliche Verbindungen übergeführt oder ausgefällt werden, bevor das Wasser in den Dampfkessel kommt.

Chlorwasserstoffsäure. Auf den Vorschlag von Wienhaus wurde das Speisewasser für die Kessel der Grube Neu-Schunk-Olligschläger, welches fast nur die Bicarbonate des Calciums und Magnesiums enthielt, mit soviel Salzsäure versetzt, dass diese zu etwa $\frac{5}{6}$ in Chloride übergeführt waren. Merkwürdiger Weise hat Betts am 13. August 1874 auf die Anwendung der Salzsäure wieder ein engl. Patent erhalten. Haber berichtet, dass sich die nicht zersetzten Carbonate dennoch als feste Kruste absetzten, die Kesselbleche aber ziemlich stark angegriffen wurden. Er vermuthet, dass dieses starke Rosten eine Folge des zu heissen Ausblasens sei, da hierbei Chlormagnesium zersetzt werde. Duclos de Boussois will 1^cbm Speisewasser mit 15^l einer Lösung von 125^k krystallisirtem Chlorbarium, 25^k Salzsäure und 450^k Wasser versetzen; zur Entfernung der etwa überschüssigen Säure soll das so gereinigte Wasser durch eine Schicht Kalkstein fliessen. Das Unpraktische dieses Vorschlages liegt auf der Hand.

Essig. Friedrich versetzte das Speisewasser mit rohem Holzessig, Longley mit Holzessig und Theer. Bei Verwendung eines gypshaltigen Wassers ist Essig selbstverständlich wirkungslos.

Auch Branntweinspülig ist wol wegen seines Gehaltes an Essig und anderen organischen Säuren angewendet.

Chlorammonium. Flesselle schlug bereits vor, dem Kesselspeisewasser Kochsalz zuzusetzen, um so leichtlösliche Verbindungen zu bilden. Ritterbrandt liess sich die Verwendung von Chlorammonium, essigsaurem oder salpetersaurem Ammoniak patentiren. Seiner Angabe nach wird die Bildung von Kesselstein hauptsächlich durch Ausscheidung von kohlensaurem Kalk veranlasst; durch Zusatz von Salmiak soll sich Chlorcalcium bilden und kohlensaures Ammoniak, welches mit dem Dampf entweicht. Von der Society of Arts erhielt er für diesen Vorschlag die goldene Isismedaille.

Während sich das Verfahren bei einigen Schiffskesseln und mit Flusswasser gespeisten Dampfkesseln bewährt hat, berichten Burg, Davy und Scheffer, dass sich auch trotz der Anwendung von Salmiak feste Kesselsteinkrusten absetzten, und Bolzano, dass Messingventile sehr stark angegriffen wurden. Bei hinreichend starkem Zusatz von Chlorammonium werden sich durch gegenseitige Umsetzung leicht lösliche Verbindungen

bilden, und wird sich der Ansatz fester Krusten meist verhindern lassen. Da aber die Ammoniumsalze Kupfer stark angreifen, so hat man die Verwendung des Salmiaks wieder aufgegeben. Elsner schlug ein Gemisch aus gleichen Theilen calcinirter Soda und Salmiak vor, befürchtete aber selbst, dass mit den Wasserdämpfen kohlensaures Ammoniak entweichen und die Messingbestandtheile angreifen werde.

Bariumverbindungen. Die Verwendung von Chlorbarium im Dampfkessel wurde bereits besprochen; um die Schlammbildung zu verhüten, ist es jedenfalls vorzuziehen, wie dies bereits von Beuther ausgeführt wurde, das Wasser in einem besonderen Behälter mit der passenden Menge Chlorbarium zu mischen und nach dem Absetzen des Niederschlages das so gereinigte Wasser zum Speisen der Dampfkessel zu verwenden. Enthält das Wasser nur Gyps als Kesselsteinbildner, so lässt sich durch dieses Verfahren jede Krusten- und Schlammbildung verhüten. H. Würtz empfahl zur Entfernung des Gypses aus dem Kesselspeisewasser, dasselbe mit kohlensaurem Baryt (Witherit) zu behandeln; der durch Umsetzung gebildete schwefelsaure Baryt und kohlensaure Kalk bleiben als unlöslich zurück; schwefelsaure Magnesia wird hierbei nicht zersetzt. Auch Brescius meint, dass kohlensaurer Baryt besser sei als Chlorbarium. Willigk schlug vor, saure Grubenwässer durch eine etwa 30^m lange Schicht Witherit fliessen zu lassen, um sie für den Dampfkesselbetrieb brauchbar zu machen. Solly erwähnt, dass man Wasser von Gyps reinigen könne, wenn man dasselbe durch oxalsauren Baryt filtrire. Anthon zeigte, dass die völlige Umsetzung nur sehr langsam vor sich gehe. Lelong-Burnet will das Speisewasser in einem besonderen Apparate mit Barythydrat ausfällen; für Gypswässer, welche frei von Bicarbonaten sind, ist dieses Verfahren offenbar nicht empfehlenswerth. Ausserdem ist Aetzbaryt und mehr noch oxalsaurer Baryt für den Grossbetrieb zu theuer, während Witherit wegen seiner langsamen Wirkung grosse Fällungsbehälter erfordert.

Vorwärmer. Ungemein zahlreich sind die Vorschläge und Constructionen von Apparaten, in denen das Wasser, bevor es zum Speisen der Dampfkessel verwendet wird, erwärmt werden soll, theils vorwiegend um die Wärme abgehender Dämpfe und Verbrennungsgase auszunutzen, theils mit der ausgesprochenen Absicht, die Kesselsteinbildner des Wassers ganz oder theilweise abzuscheiden.

Castets, Wolff, Klein, Cambridge & Parham, Davey & Paxman, Degroux & Chamberlain, Brown & May und Andere haben Vorwärmer construirt, um die Wärme der abgehenden Dämpfe auszunutzen, ohne dass der Dampf in unmittelbare Berührung mit dem Speisewasser kommt.

Legris & Choisy, Roche, Henkel, H. G. Wagner, Water, Knövenagel, Piedboeuf, Garret, Davey & Paxman, Daelen & Burg, Northcott führen das Speisewasser mehr oder weniger fein vertheilt dem abgehenden Dampfe entgegen. Obgleich hierdurch die Wärme sehr gut ausgenutzt wird, sind diese Apparate doch weniger empfehlenswerth als die vorhin erwähnten, wenn nicht eine Reinigung mit Kalkmilch oder Soda folgt, wodurch die mit übergerissenen Fetttheile wieder entfernt werden.

Black will das Speisewasser durch die hohlen Roststäbe leiten; Ellis ist 25 Jahre später mit dem gleichen Patente aufgetreten. Marshall empfiehlt einen Vorwärmer, welcher um den Dampfkessel herumgelegt wird.

Um die Wärme der abgehenden Verbrennungsgase nutzbar zu machen, führt Eastwood das Speisewasser durch zwei concentrische Röhren, Green durch gerade, Bell durch spiralförmig gewundene Röhren. Für gewöhnlich wird das Wasser in diesen Apparaten nur auf 70 bis 80° erwärmt, bei mangelhaften Dampfkesselanlagen aber selbst auf 145°.

Die Circulation des Wassers soll angeblich so lebhaft sein, dass sich in den Röhren keine Krusten ansetzen. Es wurde bereits erwähnt, dass sich auch aus dem schnellst bewegten Wasser feste Absätze bilden, welche bei Temperaturen unter 100° aus kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia bestehen, bei 140 bis 150° aber auch schwefelsauren Kalk enthalten. Die Reinigung dieser Röhren von abgesetzten Steinkrusten und Russablagerungen ist aber schwer auszuführen, die Reparatur derselben sehr lästig. Obgleich demnach durch derartige Apparate namentlich bei mangelhaften Feuerungsanlagen Ersparung an Brennmaterial und theilweise Reinigung des Speisewassers erzielt werden können, so ist ihre Rentabilität dennoch sehr zweifelhaft. Ausserdem hat die Explosion zweier derartiger Röhrenvorwärmer, bei welcher in jedem Falle Leute getödtet wurden, gezeigt, dass sie, wenn höhere Temperaturen verwendet werden, auch sehr gefährlich sein können.

Während in den vorhin erwähnten offenen Vorwärmern je nach der erreichten Temperatur und der Vertheilung des Wassers nur die Bicarbonate des Calciums und Magnesiums mehr oder weniger vollständig zersetzt und als einfach kohlensaure Verbindungen ausgeschieden werden, kann durch Erhitzen unter 4 bis 5 Atm. auch der schwefelsaure Kalk als schwerlöslicher Niederschlag gefällt werden. Unvollkommen wird dies erreicht durch die sogenannten Gegenstromkessel, besser durch die im Kessel selbst angebrachten Vorwärmer von Wohnlich, Haswell und Paucksch.

Schau lässt das Speisewasser über eine Anzahl Teller fliessen, welche im Dom angebracht sind. Meyer verbindet diese Vorrichtung mit einem Schlammsack. Auf demselben Princip beruht der Apparat von Schäffer & Budenberg. Fischer & Stiehl haben einen dem Schau'schen ähnlichen Schalenvorwärmer mit einem Wassermesser vereinigt. Martin lässt das Wasser in einem cylindrischen Gefässe über eine Anzahl durchlöcherter Platten fliessen, um es der Wirkung des in einem besonderen Ueberhitzer erzeugten Dampfes auszusetzen.

Weniger wirksam als diese Vorwärmer, welche das Speisewasser in möglichst feiner Vertheilung mit den gespannten Dämpfen zusammenbringen, dürfte der Apparat von **Lugand & Bassère** sein.

Nach einer Mittheilung von **A. Bachmann** hat derselbe den in Fig. 3 skizzirten Vorwärmer mehrfach angewendet. Der Cylinder *R*, welcher dieselbe Wandstärke hat wie der Hauptdampfkessel, wird in entsprechender Weise über demselben angebracht; für grössere Anlagen wendet man zwei Vorwärmer an. Bei der ersten Inbetriebsetzung des Apparates wird derselbe zu etwa Dreiviertel mit Wasser gefüllt, dann das Dampfventil *b* langsam geöffnet, worauf der dem Kessel entnommene Dampf durch das siebartig durchlöcherte Kupferrohr *k* in das Wasser tritt und dieses bald auf die Temperatur des Kesselwassers erhitzt. Die Speisung der Dampfkessel *x*, *x* erfolgt nun durch Oeffnung der Hähne *p*, ohne dass jedoch das Dampfventil *b* geschlossen würde. Dann werden *p* und *b* geschlossen, das Ventil *a* aber geöffnet, wodurch der Cylinder aus einem höher gelegenen Wasserbehälter sich wieder füllt. Der ausgeschiedene Schlamm wird durch den Abblashahn *g* entfernt.

Fig. 3

Kalk. **Cavendish** beobachtete bereits im Jahre 1766, dass einige Wässer eine beträchtliche Menge nicht neutralisirter Kalkerde und Magnesia enthielten, und dass diese Erden durch Kalkwasser mit dem im Kalkwasser selbst enthaltenen Kalk zusammen gefällt wurden. **Clark** liess sich am 8. März 1841 die Reinigung solcher Wässer durch Kalkwasser patentiren, welche beim Kochen einen weissen Absatz geben, der in Salzsäure unter Aufbrausen löslich ist. **Brescius** hat Frankfurter Leitungswasser, welches im Liter $0^{g},28$ kohlensauren Kalk als Bicarbonat und nur $0^{g},02$ Gyps enthielt und einen festen Kesselstein absetzte, mit soviel klarem Kalkwasser vermischt, als nach einem vorläufigen Versuche erforderlich war. Nach dem Absetzen des Niederschlages wurde das so gereinigte Wasser zum Speisen eines Dampfkessels verwendet; statt 126^{k} erhielt er nach dieser Reinigung in derselben Zeit nur $1^{k},5$ Kesselstein. Er hebt bereits hervor, dass der schon gefällte kohlensaure Kalk die Abscheidung des noch gelösten so sehr beschleunigt, dass die alkalische Reaction fast gleich nach dem Aufrühren verschwindet.

Ein Kesselspeisewasser, welches auch zu Brauereizwecken verwendet werden musste, wurde durch den Abgangsdampf erwärmt, mit der entsprechenden Menge Kalkmilch gut gemischt und nach dem Absetzen des Niederschlages gebraucht. Die Analyse dieses Brunnenwassers vor (I) und nach der Reinigung (II) gab folgendes Resultat. 1^{l} enthielt Milligramm:

	I	II
Chlor	152	154
Schwefelsäure	216	208
Salpetersäure	52	54
Salpetrige Säure	Spur	Spur
Ammoniak	fast 0	0
Organische Stoffe	51	28
Calcium	322	172
Magnesium	45	7
Davon durch Kochen fällbar:		
Calcium	175	Spur
Magnesium	4	0
Demnach veränderliche Härte	$18,1^{0}$	—
Gesammthärte	$38,5^{0}$	$18,2^{0}$

Durch den Kalkzusatz wurden also nicht nur die Bicarbonate, sondern auch fast das gesammte Magnesium und ein grosser Theil der organischen Stoffe abgeschieden. Als aber die Reinigung mit weniger Sorgfalt ausgeführt wurde, bildete sich ein sehr fester Kesselstein von folgender Zusammensetzung:

Calciumoxyd	41,34
Magnesiumoxyd	8,36
Eisenoxyd und Aluminiumoxyd	2,03
Kieselsäure	0,31
Schwefelsäure	20,51
Kohlensäure	17,61
Unlösliches	2,75
Wasser	6,03
Organisch, Verlust	1,06
	100,00

entsprechend:

6,03 pCt.	CaO, HO
40,00 -	CaO, CO_2
31,69 -	CaO, SO_3
3,41 -	$2CaO, SO_3 + HO$
12,12 -	MgO, HO.

Auch hier war also meist zu viel, oft auch zu wenig Kalk zugesetzt.

Knab liess sich folgendes Verfahren patentiren. Der im Wasser gelöste Kalk wird durch Zusatz von Aetzkalk niedergeschlagen, die Flüssigkeit dann durch mehrere über einander gelagerte Kufen, deren doppelte, durchlöcherte Böden mit kardirter Wolle gefüllt sind, filtrirt. Die Wolle in den zwei obersten Kufen muss ziemlich häufig erneuert werden. Um die Bildung von Kesselstein aus dem in Lösung gebliebenen schwefelsauren Kalk zu verhüten, wird dem Kesselwasser eine

klare Lösung von Torf in Aetznatron (humussaures Natron) zugesetzt. Letzteres würde wol besser durch Soda ersetzt. Auch zur Neutralisation saurer Grubenwässer ist Kalk mit Erfolg verwendet.

Soda. Auf den Vorschlag von Haas wurde das zum Speisen eines Dampfkessels bestimmte Wasser in zwei Behältern mit Soda gemischt und nach dem Absetzen des Niederschlages verwendet. Der tägliche Kohlenverbrauch fiel infolge dessen von 1500 auf 1000^{k}; eine schädliche Einwirkung auf die Kesselwände wurde nicht beobachtet. O. Kohlrausch versetzt das Speisewasser in einem grossen Behälter ebenfalls mit Soda und erwärmt die Flüssigkeit durch den abgehenden Dampf. Er fand, dass man etwas mehr Soda zusetzen müsse, als erforderlich wäre, den vorhandenen schwefelsauren Kalk auszufällen.

Wasserglas. Buff und Versmann wollen das Wasser durch Zusatz von Natronwasserglas und Soda (holländische Composition) reinigen. Van den Corput nimmt diese Erfindung für sich in Anspruch.

A. Smith (englisches Patent vom 23. März 1874) will den Kalk des Kesselspeisewassers durch die Silicate des Magnesiums, Eisens oder Bariums ausfällen, welche durch Vermischen der entsprechenden Salze mit Wasserglas hergestellt werden sollen.

Gleichzeitige Anwendung mehrerer Wasserreinigungsverfahren.

F. Schulze empfahl für Wasser, welches neben den Bicarbonaten des Calciums und Magnesiums noch Gyps oder andere lösliche Calcium- und Magnesiumverbindungen enthält, die combinirte Anwendung von Kalkmilch und Soda. Entweder sollten beide vorher gemischt, oder aber erst die zur Zersetzung der Bicarbonate und der Magnesiumverbindungen erforderliche Menge Kalkmilch und dann die Soda zugesetzt werden. Es ist sehr zu empfehlen, hierbei das Wasser gut vorzuwärmen.

E. de Haën vermischt das Speisewasser in besonderen Behältern mit Chlorbarium und Kalkmilch und lässt den Niederschlag absetzen. Richtig ausgeführt, kann durch dieses Verfahren jede Kesselsteinbildung verhütet werden. In der hiesigen Flachsspinnerei wird nach dieser Methode gereinigtes Brunnenwasser schon seit etwa zwei Jahren zum Speisen von zwei grossen Piedboeuf'schen Röhrenkesseln mit dem besten Erfolge verwendet. Vor einigen Wochen erhielt Verfasser durch Hrn. Director Tuch je eine Flasche des betreffenden Wassers vor (I) und nach der Reinigung (II) und des Kesselwassers (III). 1^{l} derselben enthielt Milligramm:

	I	II	III
Kohlensaurer Kalk	145	0	0
Schwefelsaurer -	155	0	0
Chlorcalcium . .	26	284	7481
Chlormagnesium .	27	Spur	58
Abdampfrückstand	—	—	12080

Das gereinigte Wasser reagirte schwach alkalisch, das Kesselwasser war durch ausgeschiedenen kohlensauren Kalk und Eisenoxyd etwas getrübt. Der grössere Gehalt des gereinigten Wassers an Chlor (7,24 statt 4,16 Milligrammäquivalenten) und an Kalk rührt wol aus dem unreinen Chlorbarium her.

Die Reinigung, welche von dem Heizer in zwei hölzernen Kästen von je 2^{cbm} Inhalt ausgeführt wird, ist also durchaus befriedigend; der Absatz des Niederschlages nimmt, da das Wasser durch den Abgangsdampf gut vorgewärmt wird, kaum 2 bis 3 Minuten in Anspruch. Hier, wie auch in der hiesigen Gummikammfabrik, ist durch Einführung dieses Wasserreinigungsverfahren jede Kesselsteinbildung beseitigt; irgend welche schädlichen Wirkungen auf die Dampfkessel sind nicht beobachtet. Von Hrn. Dr. M. Heeren erhielt Verfasser aus letzterer Fabrik Proben des betreffenden Wassers vor (I) und nach der Reinigung (II). 1^{l} enthielt Milligramm:

	I	II
Kohlensaurer Kalk . .	244	0
Schwefelsaurer - . .	289	0
Chlorcalcium	159	519
Chlormagnesium . . .	56	25
Chlorbarium	0	147

Hier war also ein wesentlicher Ueberschuss von Chlorbarium zugesetzt, die Kesselsteinbildner sind aber völlig abgeschieden.

Nolden will in einem besonderen Apparate die Bicarbonate des Calciums und Magnesiums durch Erhitzen mittelst der abgehenden Dämpfe, den Gyps aber durch Zusatz von Chlorbarium zersetzen. Derselbe besteht nach beigegebenen Abbildungen aus zwei Blechkästen A und B. Im oberen Theile A ist ein oben offener Behälter B' eingehängt, in welchem durch das Rohr a das zu reinigende Speisewasser zufliesst und durch den bei C in den Kasten A eintretenden Abdampf angeblich bis auf etwa 80° erwärmt wird. Das hierdurch von kohlensaurem Kalk offenbar nur theilweise befreite Wasser fliesst durch das Rohr b auf ein kleines, aus dünnem Weissblech gefertigtes Schaufelrad D, setzt dieses in Bewegung und sammelt sich am Boden des Behälters A, wo es noch etwas kohlensauren Kalk absetzt.

Fig. 4 bis 6

Das Wasser steht in dem Behälter A in einer solchen Höhe, dass die unteren Schaufeln des Rades D, welches sich langsam und gleichförmig bewegen soll, noch in das Wasser eintauchen. Das über das bestimmte Niveau gehende Wasser fliesst durch das fast horizontal liegende Rohr F in den unteren Kasten B ab, welcher durch fünf Scheidewände in sechs Kammern getheilt ist.

Zur Zersetzung des Gypses wird das Wasser in *G* mit der erforderlichen Menge Chlorbarium und zur Abscheidung des nicht durch Erwärmen gefällten Calciumbicarbonates mit Kalkwasser gemischt; das gereinigte Wasser fliesst, nachdem es in den Kammern *H* bis *M* den entstandenen Niederschlag abgesetzt hat, bei *P* ab. Die in *A* nicht condensirten Dämpfe gelangen durch das Rohr *N* in die Kammer *M*, um hier nochmals Wärme abzugeben und entweichen durch *O* in die Atmosphäre.

Die Lösungen sollen durch den Apparat auf folgende Weise selbstthätig eingeführt werden. Die Achse des Schaufelrades *D* geht aus dem Kasten *A* heraus und trägt eine kleine Riemenscheibe (oder Schnurlauf) *r*, welche mittelst Riemen (oder Schnur) mit einer zweiten Scheibe *r'*, die auf einer hohlen Achse *T* sitzt und ein hohles Schöpfrad *s* trägt, in Verbindung steht. Das Schöpfrad taucht in das Lösungsgemisch ein, schöpft eine kleine Quantität und bringt diese durch die Drehbewegung und durch die hohle Achse *T* in die Abtheilung *G*. Die erforderliche Menge der Chlorbariumlösung wird dadurch regulirt, dass das Gefäss *R*, aus welchem dieselbe geschöpft wird, durch eine Schraube nach Bedürfniss höher oder tiefer gestellt werden kann, oder dass die Lösung mehr oder weniger verdünnt wird.

Die Abscheidung des kohlensauren Kalkes und der kohlensauren Magnesia wird der ungenügenden Erwärmung wegen nur unvollkommen stattfinden, und dürfte sich ein geringer Kalkzusatz empfehlen, welcher zugleich die Fetttheile des Condensationswassers entfernte.

Bérenger reinigt das Kesselspeisewasser ebenfalls mit Kalkmilch und Chlorbarium, später mit Kalk und Natronlauge, presst aber dasselbe zur Abscheidung des Niederschlages durch Filter von Hobelspänen und Coksstückchen. Auf demselben Principe beruhen die Apparate von Le Tellier und Demailly.

Alle vier Apparate haben eine automatische Zuführung der Fällungsmittel und wirken continuirlich. Allerdings nehmen dieselben meist weniger Raum ein als die gewöhnlichen Fällungs- und Absatzbehälter von Holz oder Eisenblech. Die bedeutenden Anschaffungskosten, namentlich der drei letzten Apparate, die voraussichtlich häufigen Reparaturen und die schwierigere Controle lassen die Verwendung derselben wol nur in seltenen Fällen empfehlenswerth erscheinen. —

Wo es sich bei einer Dampfkesselanlage um Vermeidung von Kesselsteinbildungen handelt, ist zuerst durch die chemische Analyse des Speisewassers festzustellen, wieviel Calcium und Magnesium als Bicarbonat und wieviel schwefelsaurer Kalk und sonstige Calcium- und Magnesiumverbindungen vorhanden sind.

Alle sogenannten Universal-Kesselsteinmittel sind, abgesehen von den unverhältnissmässig hohen Preisen derselben, verwerflich oder doch mindestens irrationell, da ihre Anwendung nur nach der Grösse der Heizfläche oder der Anzahl der Pferdestärken bemessen werden soll, nicht aber, wie es doch allein vernünftig wäre, nach der Menge und der Beschaffenheit des verdampften Wassers. Trotz aller günstigen Zeugnisse, welche mit grosser Vorsicht aufzunehmen sind, ist daher vor Anwendung dieser Mittel entschieden zu warnen.

Mangelhaft ist ferner jedes Fällungsmittel, welches im Kessel selbst angewendet wird; das Speisewasser ist, wie schon bemerkt, bevor es in den Dampfkessel kommt, von den kesselsteinbildenden Bestandtheilen zu befreien. Enthält dasselbe nur oder fast ausschliesslich die besprochenen Bicarbonate, so sind diese durch einen guten Vorwärmer oder durch passenden Zusatz von Kalkmilch zu beseitigen; enthält es nur Gyps, so kann Chlorbarium oder kohlensaures Natron angewendet werden; sind sowol doppeltkohlensaure als schwefelsaure Verbindungen zugegen, so muss das Wasser zur Abscheidung derselben in einem passenden Vorwärmer auf 140 bis 150° erhitzt werden oder, was meist vorzuziehen ist, mit Kalkmilch und Soda, oder mit Kalkmilch und Chlorbarium vermischt werden.

Bei Entscheidung der Frage, ob Soda oder Chlorbarium vorzuziehen ist, muss berücksichtigt werden, dass durch Chlorbarium nicht nur die im schwefelsauren Kalk enthaltene, sondern die gesammte Schwefelsäure abzuscheiden ist, also auch die mit Magnesia oder Alkalien verbundene, und dass durch Soda nicht nur das Calcium des Gypses, sondern auch das des etwa vorhandenen Chlorcalciums, salpetersauren Kalkes, sowie, wenn nicht genügend Kalkmilch angewendet wird, die Magnesiumverbindungen gefällt werden müssen. 1 Milligrammäquivalent Schwefelsäure im Liter Wasser erfordert zur Zersetzung auch 1 Milligrammäquivalent Chlorbarium entsprechend 104^{mg} BaCl für 1^{l}, 104^{g} für 1^{cbm} Wasser. 1 Milligrammäquivalent Calcium in 1^{l} Wasser erfordert 53^{mg}, 1^{cbm} desselben also 53^{g} kohlensaures Natron oder 143^{g} krystallisirte Soda. Für 68^{g} Gyps muss man also $66^{g},3$ achtzigprocentige Soda oder 130^{g} achtzigprocentiges Chlorbarium anwenden. Für ein Wasser, welches nur Gyps, namentlich aber für ein solches, welches ausserdem noch andere Sulfate enthält, wird sich demnach die Verwendung von Soda wesentlich billiger stellen; für ein Wasser jedoch, welches ausser Gyps noch andere leicht lösliche Calcium- und Magnesiumverbindungen enthält, wird Chlorbarium den Vorzug verdienen. Zu Gunsten des letzteren spricht auch noch der Umstand, dass sich bei dem de Haën'schen Verfahren der gebildete Niederschlag rascher absetzt, die Fällungsbehälter daher etwas kleiner sein können als bei der Schulze-schen Reinigung mit Kalkmilch und Soda.

Ob diese Reinigung des Speisewassers mit Chlorbarium, Soda oder Kalkmilch auszuführen ist, ob nach dem Verfahren von de Haën oder Schulze, kann unter Berücksichtigung der Materialienpreise demnach nur in jedem einzelnen Falle nach vorausgegangener genauer chemischer Analyse entschieden werden.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 6.

Fig. 4.

Fig. 3.

Fig. 5.

Fig. 7.

Fig. 8.

T. Rittershaus:

Zur Frage der Gelenk-Geradführungen.

Fig. 9.

Kgl. Hof-lith. Hermann Weil, Burg-Str. 8. Berlin.

Veränderliche Expansion für Fördermaschinen mit Ventilsteuerung.

Von **J. Schlink**, technischer Director der Friedrich-Wilhelmshütte.

(Hierzu Tafel XI.)

Eine allgemeine Beschreibung dieser Steuerung erschien bereits unter dem 4. März 1876 in dem Beiblatt „Glück auf“ der Essener Zeitung. Wir lassen den, durch die Zeichnungen auf Taf. XI sowie durch Zusätze ergänzten Artikel hier folgen.

Die grossen Zwillings-Fördermaschinen für den Grubenbetrieb sind bekanntlich gewaltige Dampffresser, welche in ökonomischer Beziehung viel zu wünschen übrig lassen. Es hat nicht an beachtenswerthen Versuchen gefehlt, durch Anwendung von Expansion der Dampfverschwendung vorzubeugen; bisher war aber eine allen Anforderungen genügende Lösung der Aufgabe noch nicht gelungen; in neuester Zeit wurden jedoch Expansionssteuerungen mehrfältig ausgeführt, welche sich bewähren und das angestrebte Ziel erreicht haben dürften. Ein französischer Ingenieur, Hr. Audemar („Engineering“, 26. April 1872), hatte in der betreffenden Richtung vorgearbeitet, seine Idee aber nur auf Maschinen mit Schiebersteuerung, denen er ein besonderes Expansionsventil beifügte, angewandt. Dem Oberingenieur der Gesellschaft John Cockerill zu Seraing, Hrn. J. Kraft, gebührt das Verdienst, die Steuerung in ihrer vervollständigten und verbesserten Form construirt zu haben. Die Kraft'sche Anordnung beschränkte sich jedoch anfänglich auf kleinere, stehende Maschinen von etwa 600^{mm} Cylinderdurchmesser.

Die Zeche „Hoffnung“ in Essen bestellte im Januar 1874 bei der Friedrich-Wilhelmshütte in Mülheim a/d. Ruhr eine liegende Zwillings-Fördermaschine mit der Bedingung, dass die conischen Seiltrommeln für Rundseile bis zu 517^{m} Teufe genügten, während augenblicklich erst von einer 267^{m} Sohle gefördert wird. Der bedungenen Maximalteufe und Belastung entsprachen Dampfcylinder von 1046^{mm} Durchm. Die Anwendung einer brauchbaren Expansionssteuerung war unter diesen Umständen in zwingender Weise geboten, sofern irgendwie Rücksicht auf vernünftigen Dampfverbrauch genommen wurde. Nach eingehenden Untersuchungen entschied man sich principiell für die Annahme des Kraft'schen Systems, unter Garantieleistung der ausführenden Friedrich-Wilhelmshütte. Die Uebertragung von den bisherigen kleineren Dimensionen auf die grossen riefen mancherlei Bedenken hervor, namentlich ob das Umsteuern und Expandiren von Seiten des Maschinenführers ohne Anstrengung bequem zu bewerkstelligen sei, und wurden die damit zusammenhängenden Detailconstructionen mit der äussersten Sorgfalt behandelt. Der Erfolg war ein vollständiger; bereits seit Beginn dieses Jahres arbeitet die Maschine in regelmässigem Betriebe zur vollsten Zufriedenheit der Besitzer mit wesentlicher Dampfersparniss gegen früher, trotz der viel grösseren Dimensionen der neuen Maschine. Mehrere Zechenverwaltungen nahmen deshalb Veranlassung, die günstigen Ergebnisse zu verwerthen, indem sie bei ihren neubestellten Fördermaschinen diese Steuerung vorschrieben. Auch andere Maschinenbau-Anstalten gingen zu mehr oder minder getreuen Copien über.

Die Steuerung ist auf Taf. XI dargestellt.

Von der Seiltrommelachse werden mittelst conischer Zahnräder zwei Steuerwellen getrieben; auf ihren, bis über die Dampfventilkasten sich erstreckenden Verlängerungen befinden sich gekammte Steuerexcentriks, welche direct auf die Stahlrollen der Ventilwinkelhebel wirken. Jedes Ventil hat zwei Excentriks, das eine für den Vorwärts-, das andere für den Rückgang. Die Excentriks der Einlassventile sind mit schraubenförmigen Vorsprüngen versehen, entsprechend den verschiedenen Expansionsgraden. Durch Verschieben des ganzen Systems der Excentriks auf der Achse wird umgesteuert und jeder beliebige Grad von Expansion erzielt. Die betreffenden Auslassventile sind während des ganzen Hubes geöffnet, wohingegen die Einlassventile je nach Stellung der Excentriks früher oder später zufallen. In der Mittelstellung bleiben alle Ventile geschlossen; in den Endstellungen tritt volle Cylinderfüllung ein; die Zwischenstellungen geben verschiedene Füllungsgrade. Die Verbindung des Handhebels mit den Steuerexcentriks geht deutlich aus der Zeichnung hervor. Der zweite Handhebel dient zur Ingangsetzung der Dampfbremse. Der grosse Vorzug der Steuerung besteht darin, dass der Maschinenführer nur einen einzigen, leicht zu bewegenden Steuerhebel handhabt, mittelst dessen er umsteuert sowie expandirt und bei einiger Uebung im Stande ist, ohne Drosseln des Dampfes die Maschine lediglich durch den Expansionsgrad zu lenken.

Zur Frage der Gelenk-Geradführungen.

Von **T. Rittershaus**, Prof. für Kinematik am königl. sächsischen Polytechnicum zu Dresden.

(Hierzu Blatt 5.)

Veranlassung zu den folgenden wenigen Zeilen gab mir der im Januarheft d. Z. veröffentlichte Aufsatz des Hrn. H. Hülsenberg über die Geradführung von Peaucellier.

Hr. Hülsenberg beginnt seinen Aufsatz mit den Worten: „Ein jeder Ingenieur weiss, dass, wie genau man auch das Watt'sche Parallelogramm als Geradführung ausführe, eine vollkommene Geradführung nie

erreicht werden kann. Die Curve des sogenannten gerade geführten Punktes ist eben nur eine lang gestreckte Curve der Lemniskaten-Kategorie und hat, wie die Analysis ergiebt, nicht mehr als drei Punkte mit der Geraden gemein.“

Dem ist aber nicht so; es lassen sich vielmehr unschwer die Verhältnisse so wählen, dass die Curve des gerade zu führenden Punktes fünf Punkte mit der Geraden gemein hat, wie ich dies schon seit Jahren in meinen Vorträgen über Kinematik zu zeigen Gelegenheit hatte.

Bekanntlich sind die grosse Mehrzahl der Gelenk-Geradführungen, und so auch die Watt'sche, Kurbelgetriebe, deren dem festgehaltenen gegenüber liegendem Gliede der gerade zu führende Punkt angehört, es ist also die Bahn eines solchen, mit welcher wir es hier zu thun haben. Seien, Fig. 1 Blatt 5, O und D die beiden Festpunkte, DC der Hauptlenker (Balancier), MO der sogenannte Gegenlenker und endlich CM der den zu führenden Punkt G an sich tragende Zwischenlenker. Beim Watt'schen Lenker (und auch bei dem mit ihm identischen Evans'schen) liegt der gerade zu führende Punkt auf der Geraden CM selbst, beim Roberts'schen*) und anderen ist derselbe — und das ist der allgemeinere Fall — nur starr mit dieser verbunden, also allgemein ein Punkt der durch die Führung von M und C in ihrer Bewegung bestimmten Ebene. Nach einem allgemeinen Satze von Roberts**) ist nun, wenn zwei Punkte einer starren Ebene auf Curven einer mit der beweglichen zusammenfallenden festen Ebene gleiten, der Grad der Trajectorien aller anderen Punkte gleich $2m.n$, wenn m und n der Grad der Führungscurven ist. Hier sind diese letzteren beiden Kreise und es ist daher die von G beschriebene Curve im Allgemeinen achter Ordnung, hat also im Allgemeinen auch acht Punkte mit der Geraden gemein. Wenn es nun auch nicht möglich ist, diese Schnittpunkte sämmtlich für die Praxis nutzbar zu machen, weil diese nur ein Stück der ganzen Curve benutzt und zwar ein innerhalb verhältnissmässig enger Grenzen gelegenes, innerhalb welcher sich dieselbe so wenig von der Geraden entfernt, dass diese Entfernungen als vernachlässigbar klein angesehen werden können, so lassen sich doch, wie schon gesagt, die Dimensionen der einzelnen Glieder sehr leicht so bestimmen, dass fünf dieser Schnittpunkte innerhalb der Bewegungsgrenzen liegen. Ich will dies zunächst für den Evans'schen Lenker und sodann dessen Identität mit dem Watt'schen zeigen.

Bewegt sich, Fig. 2, eine Gerade AB mit ihren Endpunkten A und B auf zwei sich rechtwinklig schneidenden Geraden Ox und Oy, so beschreibt bekanntlich jeder Punkt der mit AB verbundenen Ebene eine Ellipse um den Mittelpunkt O. Speciell die Punkte P der Geraden selbst beschreiben Ellipsen, deren Halbaxen der Lage nach Ox und Oy und der Grösse nach PA und PB, welche also für den Mittelpunkt M der Strecke AB in einen Kreis degenerirt und für die Punkte A und B selbst in eine Ellipse mit der kleinen Axe Null, d. i. in eine Strecke von der Länge AB.

Die Bewegung ist bestimmt durch die Bahnen irgend zweier Punkte; führt man also irgend zwei Punkte des Systems auf ihren resp. Ellipsen, d. h. in der Praxis auf dieselbe annähernden Kreisen, so erhalten wir damit eine angenäherte Führung des Punktes B auf seiner Geraden und damit die Mehrzahl der bekannten Gelenk-Geradführungen.

Die in der Praxis am meisten gebräuchlichen Formen, die von Evans und Watt, führen den Punkt A auf seiner Geraden, bezw. ersetzen die von demselben durchlaufene unter den gebräuchlichen Verhältnissen sehr kurze Strecke durch einen flachen Kreisbogen und wählen als zweiten geführten Punkt entweder — und das ist das Vorzüglichere — den Mittelpunkt M der Strecke oder aber einen anderen, am besten einen zwischen M und B gelegenen Punkt P der Geraden AB, dessen Ellipse dann durch einen Kreis ersetzt wird. Nun ist aber die Ellipse bekanntlich zu ihren Axen symmetrisch, es kann also ein zu einer dieser Axen symmetrisch gelegener Bogen derselben sehr wohl alle vier überhaupt möglichen Schnittpunkte mit dem dieselbe ersetzenden Kreise enthalten. Dies scheint man bisher übersehen zu haben, denn alle mir bekannten Regeln*) geben nur drei Coincidenzpunkte für Kreis- und Ellipsenbogen, nähern denselben also jedenfalls weniger genau an. Die Annäherung kann aber auch bei vier Schnittpunkten noch eine sehr verschiedene sein; man erhält, wie ich durch Versuche in grossem Massstabe gefunden, für mittlere Verhältnisse eine vorzügliche Annäherung, wenn man den Näherungskreis bestimmt durch die Lagen $A_1 B_1$ und $A_2 B_2$, Fig. 2, und die symmetrisch gelegenen, so zwar, dass $OB_1 = 0{,}48$ und $OB_2 = 0{,}36\, h$ wird, unter h die ganze Hubhöhe verstanden. Das Maximum der Annäherung, also das Minimum des Fehlers bestimmt sich nach der Methode der kleinsten Quadrate wie folgt. Sei, Fig. 3, E der Ellipsenbogen, K der Kreisbogen und P_1 und P_2 ihre Schnittpunkte einerseits der x-Axe, sei ferner a die kleine und b die grosse Halbaxe und y_1 die Ordinate des Endpunktes der benutzten Strecke der Ellipse und endlich ξ die Abscisse des Kreismittelpunktes, so haben wir

$$\text{für die Ellipse} \quad x = \frac{a}{b}\sqrt{b^2 - y^2}$$

$$\text{für den Kreis} \quad x = -\xi + \sqrt{\varrho^2 - y^2}$$

*) Willis, Principles of mecanism. 2. Aufl. S. 359. Rankine, Machinery and Millwork, S. 285. Hütte, Taschenbuch, S. 366.

**) Proceedings of the London mathematical Society, Vol. III, S. 288.

*) Redtenbacher, „Resultate“. 6. Aufl. (1875). S. 12 u. 14.
Hütte, „Taschenbuch“. 9. Aufl. (1873). S. 364 u. f. f.
Redtenbacher, „Maschinenbau“. I. S. 371 und 375.
Rühlmann, „Maschinenlehre“. I. S. 409.
Scholl, „Führer des Maschinisten“. 5. Aufl. (1860). S. 335 u. A.
Auch Lüders berechnet in seinem in d. Z. erschienenen Aufsatze (1860, S. 83) die Grösse der Abweichung von der genauen Führung unter Zugrundelegung dieser Annahmen.

und daraus der Inhalt des Elementarstreifens

für die Ellipse $x\,.\,dy = \frac{a}{b}\sqrt{b^2-y^2}\,dy$

für den Kreis $x\,.\,dy = (-\xi + \sqrt{\varrho^2 - y^2})\,dy$

also, da die Abweichung ein Minimum wird, wenn die Summe der zwischen beiden Curven enthaltenen Flächenräume ein Minimum und diese proportional dem Integrale

$$\int\limits_0^{y_1} \left(\frac{a}{b}\sqrt{b^2-y^2} + \xi - \sqrt{\varrho^2-y^2}\right)^2 dy,$$

so muss dieses letztere für die innigste Anschmiegung der Curven ein Minimum sein; und daraus ergiebt sich die günstigste Lage der zu findenden Schnittpunkte. Leider enthält aber die Ausrechnung, wie leicht ersichtlich, wegen des doppelten Productes ein elliptisches Integral, und da die Auswerthung eines solchen, da wir leider noch keine grösseren Tafeln besitzen, mit bedeutenden Zahlenrechnungen verbunden ist, so halte ich diese genaue Lösung der Aufgabe nicht ihrem Werthe entsprechend, namentlich dann nicht, wenn, wie dies in der Regel geschieht, auch noch die Bahn von A durch einen Kreis ersetzt wird, also die von P beschriebene Curve keine Ellipse mehr ist, die Rechnung also noch schwerfälliger wird.

Wir wählen daher, Fig. 2, die oben gegebenen Verhältnisse und haben es nun leicht, den Gegenlenkerdrehpunkt E durch Zeichnung oder auch durch Rechnung*), wenn die Schnitte für die Construction zu ungünstig ausfallen, zu bestimmen. Am genauesten wird dabei die Führung, wenn wir den Mittelpunkt M als Anknüpfungspunkt für den Gegenlenker wählen, denn bei dieser Wahl erhalten wir noch einen ferneren fünften Schnittpunkt hinzu. Wir erhalten nämlich in diesem Falle, Fig. 1, als Gegenlenkerfestpunkt ohne Weiteres den Mittelpunkt O des Coordinatensystems, denn die vier Constructionslagen fallen zusammen mit den entsprechenden für die genaue Bewegung, und da folglich $MO = MB$ wird, so muss der Punkt B bei seinem Durchgange durch die Symmetrieaxe der Bewegung den Punkt O passiren. Fig. 4 giebt für die denkbar ungünstigsten Verhältnisse (Ausschlagwinkel α zu beiden Seiten der Mittellinie $= 45^0$) die bei dieser Anordnung beschriebene Curve und zugleich diejenige, welche man bei der gebräuchlichen Anordnung erhält, wobei nur in den beiden extremen und in der mittleren Lage der geführte Punkt mit der Geraden wirklich zusammen fällt; und ich denke, dies spricht auch ohne Commentar.

Ich habe nun nur noch zu zeigen, wie man das gleiche Resultat auch für den in den meisten Fällen bequemeren Watt'schen Lenker erhalten kann. Zu dem Ende fügen wir, Fig. 1, zu den schon vorhandenen Gliedern des soeben erhaltenen Lenkers noch hinzu die Glieder DE parallel und gleich AB und CM, und EB parallel und gleich DA, und unterdrücken dafür die dann überflüssigen DA und AM. Wir erhalten, wie man sieht, das Watt'sche Parallelogramm, und dieses ist daher, da in der Bewegung selbst durch diese Substitution absolut nichts geändert wird, identisch mit dem obigen. Andererseits ist aber bekanntlich das Parallelogramm identisch mit dem einfacheren Watt'schen Lenker, denn zieht man die Diagonale DB, welche die Parallelschiene CM in G trifft, so ist wegen

$$DG : DB = DC : DE$$

die von G beschriebene Curve ähnlich und ähnlich gelegen zu der von B beschriebenen, wir können also auch noch die Glieder CE, EB und BM unterdrücken und haben so schliesslich die in der Praxis vorzugsweise benutzte Watt'sche Lemniskoidenführung.*) Auch diese ist also identisch mit dem Evans'schen Lenker. Ich bemerke aber ausdrücklich, dass bei dieser Ableitung, welche, wie bewiesen, fünf genaue Punkte giebt, nicht, wie dies bisher als Regel galt, die Führungsgerade durch die Mitte des Pfeiles für den von C beschriebenen Bogen gelegt werden darf; bei dieser Annahme sind nur drei genaue Punkte möglich. Bei Verzeichnung thut man am besten, wie bei der Ableitung zu verfahren, also zuerst den entsprechenden Ellipsenlenker zu construiren, namentlich da man dabei unter Zuhilfenahme des Parallelogramms über die Festpunkte völlig frei verfügen kann, was in den meisten Fällen sehr erwünscht, ja mitunter absolut nothwendig ist. Gewöhnlich ist nämlich für diese der Ort nur noch insofern wählbar, als dieselben auf einer zur Führungsgeraden parallelen Geraden innerhalb gewisser Grenzen verschoben werden können.

Sei beispielsweise, Fig. 5, die Führungsgerade bestimmt durch die Gerade g, und die Orte der Festpunkte durch die Geraden d und o derart, dass g nicht in der Mitte zwischen beiden, sondern näher derjenigen für den Gegenlenkerdrehpunkt, was sehr häufig vorkommt, liegt. Vergrössere den Hub h im Verhältniss der Abstände von d und o und d und g, trage diesen vergrösserten Hub H auf der Geraden o auf und lege durch die Mitte desselben eine Gerade normal dazu; und construire nun den Ellipsenlenker $AMBO$, indem man durch Versuchen die Länge BA bestimmt, so dass A_1 und A_2 symmetrisch zur Geraden d liegen, wobei B_1 und B_2 wieder wie oben bestimmt werden, und daraus den Watt'schen Lenker mit Parallelogramm $DFGJCMO$ mit dem gerade geführten Punkte in G. Die Führung wird auf diese Weise immer fünfpunktig genau; man hätte allerdings dasselbe etwas einfacher durch Anwendung des Watt'schen Lenkers mit ungleich langem Lenker und Gegenlenker erreichen können, aber auf jeden Fall wäre die Führung nur vierpunktig genau und wenn, wie hier, g näher der

*) Formeln hierfür zu geben, wie dies z. B. in der Hütte geschieht, scheint mir nicht am Platze zu sein. Die Aufgabe, durch bestimmte Punkte einen Kreis zu legen, ist eine so eminent einfache, dass alle Formeln für dieselbe, namentlich wenn sie so complicirt ausfallen wie die a. a. O. gegebenen, die Sache nur schwieriger erscheinen lassen, als sie in der That ist.

*) Aus der hier gegebenen Ableitung ist sofort ersichtlich, dass und warum es zweckmässig ist, den Zwischenlenker CM möglichst lang zu machen.

Geraden, auf welcher der Gegenlenkerdrehpunkt liegen soll, noch um so ungenauer, als es hier gilt, durch den Gegenlenkerkreis einen Bogen am Ende der grossen Axe der Ellipse zu ersetzen, was natürlich hier weit weniger genau zu erreichen ist als am Ende der kleinen Axe.

Nachdem ich so gezeigt, wie man ohne Schwierigkeit die Genauigkeit der gebräuchlichsten Gelenk-Geradführungen um ein Erkleckliches erhöhen kann (die Abweichungen sind für mittlere Verhältnisse kaum ein Viertel derjenigen bei der bisherigen Anordnung), möchte ich noch daran erinnern, dass bekanntlich eine absolut genaue Führung gar nicht nöthig und zudem die praktische Genauigkeit der Peaucellier'schen Führung wegen der durch die Vielheit der einzelnen Glieder ausserordentlich vermehrten Schwierigkeiten der Herstellung und Montage sicher weitaus geringer ist als der unter den oben gegebenen Verhältnissen ausgeführten Watt'schen oder Evans'schen. Dass in der That eine absolute Geradführung in der Praxis nicht vonnöthen, und welcher Art die Abweichungen von einer solchen ohne Gefahr für die einzelnen Theile sein dürfen, ist zwar bereits im Jahre 1866 von Place in der „D. Industriezeitg." gezeigt worden, doch scheinen seine diesbezüglichen Ausführungen nicht allgemein bekannt geworden zu sein, und will ich mir daher erlauben, dieselben hier zu wiederholen. Da nämlich ein wenn auch noch so leichtes Spiel in der Stopfbuchse stets vorhanden, so kann, ohne dass die Kolbenstange auf Biegung in Anspruch genommen wird, der Angriffspunkt G der Pleuelstange, Fig. 6, jede Lage innerhalb der beiden Curvenbögen einnehmen, welche er beschreibt, wenn während des Hubes die Kolbenstange beständig rechts oder links anliegt. Es darf aber, sollen keine Klemmungen zwischen Kolben und Cylinder eintreten, die Schrägstellung dieses letzteren ein gewisses Mass nicht überschreiten; unter diesem Winkel je nach rechts und links während des ganzen Hubes erhalten, beschreibt der Punkt G die beiden Parallelen zur Schubrichtung und diese schneiden aus dem vorhin gefundenen den in den Figur schraffirten Raum heraus, innerhalb dessen G ohne Frage frei beweglich ist. Dieser ist nun aber durchaus keine Gerade, hat vielmehr jederzeit endliche, wenn auch sehr kleine Querdimensionen. Weil derselbe oben breiter ist als unten, schlägt Place vor, den Ausschlag des Lenkers unsymmetrisch zu machen so zwar, dass beispielsweise bei drei genauen Punkten der oberste dieser letzteren nicht zugleich auch die obere Grenze der Führung darstellt. Man erhält so eine längere Führung mit demselben Lenker oder für die gleiche Länge geringere Abweichungen an den gefährlicheren Stellen, und dürfte dieser Kunstgriff daher sehr rationell sein. Das Gleiche lässt sich natürlich auch bei der oben gegebenen Construction mit fünf genauen Lagen erreichen, man hat nur $0{,}02\,h$ von der Bahn unten fortzuschneiden und dafür oben anzuheften.

Wenn es nun auch nach dem Obigen, namentlich unter Berücksichtigung des zuletzt Erwähnten wol keines weiteren Beweises mehr bedürfte, dass die einfache Watt'sche Geradführung der gerade doppelt so viel Glieder, also auch für die Herstellung doppelt so viele Fehlerquellen enthaltenden Peaucellier'schen, bei der überdies die einzelnen Glieder in solche gegenseitige Lagen gelangen, bei denen Klemmungen kaum zu vermeiden sein dürften, für die Praxis entschieden vorzuziehen sei, so gewährt die letztere doch als Anwendung einer höheren Kette ein hohes theoretisches Interesse, und es möge daher zum Schlusse hier noch eine neue Ableitung derselben Platz finden, welche ebenso einfach, aber weitaus allgemeiner als die bisherige, auch von Hülsenberg gegebene ist.

In einem jüngst veröffentlichten Aufsatze über die kinematische Kette*) habe ich gezeigt, dass jede einfache Kette, deren Paare sämmtlich Drehungspaare sind, nur vier solcher Paare enthalten kann, wenn deren Axen einander parallel (oder auch sich in einem Punkte schneiden) und die Bewegung eine curvenläufige sein soll. Diesen Fall haben wir hier vor uns, nur sind zwei der Paare, welche höhere sein würden, je in Ketten aufgelöst, so dass also nur zwei der Glieder durch Paare, die beiden anderen dagegen durch Ketten verknüpft sind. Die Kette ist daher eine höhere oder zusammengesetzte, und ihre Glieder sind (Fig. 7, welche dieselbe in etwas allgemeinerer Gestalt darstellt) Oa, aAB, $cCDd$ und endlich OO_1o, ihre Axen: O und a die Paar-Axen und $\mathfrak{p}_1$ und $\mathfrak{p}_2$ die Ketten-Axen. In der That: es dreht sich für den Augenblick cd gegen O_1o um $\mathfrak{p}_1$ als Axe und AB gegen CD d. i. auch gegen cd um $\mathfrak{p}_2$; die für den Augenblick mit der zusammengesetzten identische einfache Kette ist also dargestellt durch $\mathfrak{p}_1\mathfrak{p}_2aO$, von welcher $O\mathfrak{p}_1$ das festgehaltene Glied repräsentirt. Sie ist in Fig. 7 mit strichpunktirten Linien hineingezeichnet und giebt uns sofort zwei der noch fehlenden Pole, den aus O und a und aus $\mathfrak{p}_1$ und $\mathfrak{p}_2$ resultirenden Pol $\mathfrak{P}_1$ für AB gegen OO_1o und den aus a und $\mathfrak{p}_2$ und aus O und $\mathfrak{p}_1$ resultirenden $\mathfrak{P}_2$ für CD gegen Oa, und daraus sind alle übrigen noch fehlenden zu finden; so beispielsweise der Pol $\mathfrak{P}_3$ für AD gegen aO als resultirender aus a und A und aus $\mathfrak{P}_2$ und D.

Mit der Kenntniss der Pole sind uns nun aber nicht allein in jedem Augenblicke die Normalen zu den Bahnelementen, welche von den Punkten irgend eines der Glieder gegen irgend ein anderes beschrieben werden sowie die Geschwindigkeitsverhältnisse der betreffenden Punkte in diesen Bahnen bekannt, sondern auch durch entsprechende Erweiterungen der Sätze von Bobillier und Savary die sämmtlichen Krümmungsmittelpunkte derselben, kurz alles, was zur völligen Kenntniss der Bewegung nothwendig ist.

Von alledem soll für die Specialform der Kette nur die Normale für die Curve des beschreibenden Punktes aufgesucht werden, deren Lage hier ohne Weiteres über die Gestalt der Curve entscheidet.

*) „Civilingenieur" Bd. 22 (1876), S. 559.

Wir erhalten die Specialform Fig. 8, wenn wir o mit O, a mit A, c mit C und d mit D zusammenfallen lassen, $AD = AB$ und $DC = BC$ machen, und endlich den Punkt O so wählen, dass $DO_1 = OO_1$ und B, D und O auf einer Geraden liegen. Wir ziehen $\mathfrak{p}_1 \mathfrak{p}_2$ und erhalten in $\mathfrak{P}_1$ wie oben den Pol für AB gegen $O_1 O$, also in $\mathfrak{P}_1 B$ die Normale zur Bahn von B.

Nun ist zunächst ohne Weiteres evident, dass die Punkte O, D und B beständig auf einer Geraden liegen; wir können also, Fig. 9, zu dem vorhandenen noch den geradlinigen Führungssteg s hinzufügen, ohne Klemmungen befürchten zu müssen. Habe dieser für den Augenblick die Winkelgeschwindigkeit ω um seinen Festpunkt O, so fügen wir diese negativ genommen hinzu. Dadurch kommt derselbe zur Ruhe, wird also zum festgehaltenen Gliede der Kette, während das bisher feste $\mathfrak{P}_1 OO_1$ ($\mathfrak{P}_1$ gehört als Pol den Gliedern AB und $O_1 O$ an) sich mit ω um O dreht. Sind nun v und V die Geschwindigkeiten der Punkte D und B bei dieser Festhaltung, so haben wir, wenn wir noch mit π den Pol für die Bewegung von DO_1 und mit Π den für die von $\mathfrak{P}_1 B$ gegen den festgehaltenen Steg s bezeichnen:

$$\frac{v}{\pi D} \cdot \frac{\pi O_1}{O_1 O} = \omega = \frac{V}{\Pi B} \cdot \frac{\Pi \mathfrak{P}_1}{\mathfrak{P}_1 O}$$

oder

$$\frac{V}{v} = \frac{\dfrac{\Pi B \,.\, \mathfrak{P}_1 O}{\Pi \mathfrak{P}_1}}{\dfrac{\pi D \,.\, O_1 O}{\pi O_1}}$$

oder schliesslich

$$\frac{V}{v} = \frac{OS}{OT},$$

wenn wir mit S und T die Schnittpunkte der verlängerten $B\mathfrak{P}_1$ und DO_1 mit einer in O errichteten Normalen bezeichnen.

Andererseits haben wir aber auch vermöge des inneren Zusammenhanges der Kette, wenn wir noch mit u die Geschwindigkeit des Punktes A bezeichnen:

$$\frac{V}{\Pi B} \cdot \Pi A = u = \frac{v}{\pi_1 D} \cdot \pi_1 A$$

oder

$$\frac{V}{v} = \frac{\Pi B}{\pi_1 D} \cdot \frac{\pi_1 A}{\Pi A},$$

oder endlich, da wegen Gleichheit von AD und AB auch $\pi_1 A = \Pi A$ ist:

$$\frac{V}{v} = \frac{\Pi B}{\pi_1 D} = \frac{OB}{OD},$$

und folglich in Verbindung mit dem obigen

$$\frac{OS}{OT} = \frac{OB}{OD},$$

daraus folgt aber, dass

$$\angle SBO = \angle TDO,$$

und da endlich

$$\angle TDO = \angle O_1 OD,$$

so ergiebt sich schliesslich:

$$\angle \mathfrak{P}_1 BO = \angle O_1 OD$$

d. h. die Normale zur beschriebenen Curve ist beständig parallel zu $O_1 O$, diese selbst also eine Gerade normal zu $O_1 O$.

Das Probirlaboratorium des Polytechnicums zu Aachen.

Von Dr. **E. F. Dürre.**

(Hierzu Taf. XII.)

Nachdem 1871 (ein Jahr nach der Eröffnung der Anstalt) die Berufung eines ordentlichen Lehrers für Hüttenkunde, Entwerfen von Hüttenanlagen und für Probirkunst beschlossen worden war, entstand sehr bald die Frage nach einem besonderen Laboratorium für Probirkunst und metallurgische Technik.

Die zur Ausführung metallurgischer Proben in einem feuchten Souterrain des technisch-chemischen Laboratoriums vorhandenen Schachtöfen sehr kleiner Dimension und ein Gasmuffelofen hatten sich als unzureichend erwiesen; die Verhältnisse der spärlich vorhandenen Rauchzüge und Kamine entsprachen in keiner Weise den zu stellenden Anforderungen und waren auch ohne jede Rücksicht auf die viel später eingebauten Oefen angelegt worden. Der Zug war sehr mangelhaft, und der Gasmuffelofen zeigte (bei sonst bewährter Construction) nach fast dreistündigem Betriebe an dem Siemens'schen Pyrometer knapp 350 bis 400° C., so dass an eine Benutzung, selbst zu Röstprocessen, nicht gedacht werden konnte.

Nachdem verschiedene Pläne zu einem Anbau in der Verlängerung des jetzigen Laboratoriums gemacht, und die Professoren der Chemie und der Hüttenkunde, sowie zwei Architekten der Anstalt zur weiteren Information über vorhandene Anlagen der Art nach Oesterreich, Frankreich und England entsendet worden waren, vereinigte sich die Mehrzahl der Stimmen in den Vorschlag des Neubaues eines abgeschlossenen Laboratoriums für reine Chemie und des Umbaues des bisherigen Laboratoriums in eines für technische Chemie und Hüttenkunde.

Da der Bau erst im Sommer 1876 begonnen werden konnte und voraussichtlich 3 bis 4 Jahre in Anspruch nehmen wird, beantragte man von Seiten der Schulverwaltung aus Gründen äusserster Dringlichkeit die provisorische Einrichtung eines metallurgischen Laboratoriums in dem für die neue Anlage vorgesehenen, hinter derselben aufzustellenden Kessel- und Maschinenhause, dessen Esse zudem den Bau einer ausreichenden Zahl grösserer Probiröfen bequem gestattete.

Das in den Jahren 1875 bis 1876 fertiggestellte und bereits im Sommer 1876 als Probirlaboratorium in Benutzung genommene Kessel- und Maschinenhaus besteht dem ursprünglichen Plane nach aus drei Räumen:

einem 11^{m},29 langen, 5^{m},00 breiten Mittelraum zur Aufnahme zweier Dampfkessel, einem 9^{m},60 langen, 3^{m},00 breiten Nebenraum zur Aufstellung der Maschine und einem zweiten 5^{m},73 langen, 3^{m},00 breiten Nebenraum zum Aufbewahren der Kohlen.

Aus diesen ursprünglichen drei Räumen wurde durch Einbauen von Fachwänden der auf Taf. XII, Fig. 2 veranschaulichte Grundriss hergestellt. Zunächst theilte man mit einer Wand den Mittelraum in zwei ungleiche Hälften, den 4^{m},27 langen, 5^{m},00 breiten Schmelzraum *A* und den 6^{m},90 langen, 5^{m},00 breiten Hauptarbeitsraum *B*.

Der 3^{m},00 breite Maschinenraum wurde durch zwei Fachwände in ein Waagezimmer *C* von 3^{m},70 Länge, ein Professorzimmer *D* von 3^{m},15 Länge und einen dazwischen liegenden Durchgangsraum *E* von 2^{m},65 Länge geschieden; durch Anlage einer Aussenthür *b* in dem letzteren wurde seine Benutzung als Vorplatz und Garderobe möglich. Die beiden in den Kesselraum führenden Thüren *a*, *a* wurden zwar angelegt, aber durch Verschliessen und durch Vorbauen eines Operationstisches für Titrationen der Benutzung entzogen. Die im Kohlenraum *F* vorgesehene zweiflüglige Schiebethür *c* konnte unverändert beibehalten werden, da dieser Raum für die Dauer des Interimisticums als Vorraths- und Kohlenraum unentbehrlich war.

Die dargelegte Disposition ergab den knappen Raum zur gleichzeitigen Beschäftigung von 8 bis 10 Praktikanten, sobald man Abstand davon nahm, denselben feste Plätze einzuräumen.

Die innere Einrichtung der Räume besteht mit Ausnahme der Oefen aus lauter transportablen Gegenständen, welche rasch und bequem in das definitive Laboratorium gebracht und weiter benutzt werden können; selbst von den Oefen werden ein grosser Theil des Materials und die sämmtlichen eisernen Verankerungen sich bei der Translocirung weiter verwenden lassen. Wo es irgend anging, ist bei der Abmessung des Mobiliars auf das Definitivum Rücksicht genommen worden.

Zwei grosse Tische *d*, *d*, 1^{m},25 breit, 2^{m},50 lang, dienen zu den Manipulationen beim Beschicken und Fertigmachen der Proben, während auf den Tischen *e*, *e*, im Waagezimmer *C* das Abwiegen der Materialien und das Auswägen der Resultate stattfindet, wozu 4 Einwiegewaagen und 2 Feinkornwaagen von Kulle in Clausthal beschafft sind. Die Zerkleinerung der Erze u. s. w. im Grossen erfolgt durch einen Pulverisator von J. Renette in Lüttich (Modell f), der bei richtiger Einstellung ausgezeichnet arbeitet. Materialien und Reagentien, sowie Geräthe werden in den Regalen *f*, *f* des Waagezimmers sowie den Schränken *g*, *g* ... der Räume *B* und *D* aufbewahrt.

Im Schmelzraum *A* ist ein unterirdischer Zugcanal *α* vor dem Fuss der Esse angelegt worden, der von aussen her durch eine Einfahrtsöffnung *β*, Fig. 1 und 2, zugänglich ist. Auf diesem mit einem ausreichend starken Gewölbe überdeckten Canal stehen die 5 grösseren Probiröfen, 3 Windöfen, 2 Muffelöfen. Die beiden letzteren *h*, *h* für Steinkohlenheizung, welcher in neuerer Zeit die Feuerung mit den Kohlenbriquetts der Vereinigungsgesellschaft im Wormrevier substituirt werden konnte, eingerichtet, zeigen die Einrichtung, welche aus den Fig. 3 bis 5 ohne Weiteres verständlich ist. Das Format der von der Muldenerhütte bei Freiberg anfänglich bezogenen Muffeln hat die Construction der Heizräume bedingt; neuerdings ist versucht worden, mit getheilten gusseisernen Muffeln zu arbeiten. Diese Neuerung wird sich vollkommen bewähren, sobald man durch Erfahrung die dem Krummziehen sich widersetzende Bodenstärke ermittelt haben wird. Die Feuerwirkung wird durch Eisenschieber unter dem Rost und durch Schamottplattenschieber in dem Fuchs oder dem Gewölbe der Muffelkammer nach Willkür verändert, und haben sich die durch Rechnung ermittelten Dimensionen des Rostes und der Canäle als richtig bereits bewährt.

Neben den Muffelöfen befindet sich zunächst ein grösserer Windofen *i*, dessen Detail aus Fig. 6 bis 8 hervorgeht, und der so dimensionirt ist, dass er ausser zu Eisenproben auch noch zu Metallschmelzversuchen, calorimetrischen Untersuchungen, Bestimmungen von Schmelzwärmen u. s. w. dienen kann. Er ist nach der Vorderseite mit drei Oeffnungen versehen, von denen die untere zum Rostreinigen sowie zum Beseitigen der Scherben, die in den Zugcanal geworfen werden können, benutzt wird. Die unmittelbar darüber befindliche dient zum Einsetzen der Eisenproben und wird während des Schmelzens mit feuerfesten Steinen versetzt.

Die obere kleinere Oeffnung ist zum Einführen des Siemens'schen Pyrometers eingerichtet und wird gewöhnlich mit einem prismatischen Ziegelstück verschlossen gehalten; auch zur Gasentnahme für die Benutzung des Orsat'schen Apparates kann sie benutzt werden. Auf der rechten Seite des Windofens stehen zwei kleinere gleichgrosse Oefen in Eisenblechmänteln *k*, *k*, zur Anstellung von Kupfer- und Bleiproben; auch Zinn- und Eisenproben sowie kleinere Metallschmelzungen lassen sich darin ausführen. Diese Oefen, die in Fig. 9 und 10 wiedergegeben sind, stehen auf dem mit Eisenschienen armirten Ziegelbelag des Canalgewölbes und gestatten, die frei darunter liegenden Roststäbe herauszuziehen. Zur Herstellung eines gleichmässigen Zwischenraumes ist die Hälfte der Stäbe mit aufgeschlitzten und gabelförmig auseinandergesperrten Enden versehen, welche das Dichtliegen hindern.

Alle diese Oefen, mit Ausnahme des Windofens, der mit seinem Fuchse direct in den Fuss des Schornsteins mündet, stehen durch verticale Züge und zwei geschleifte in ungleicher Höhe angebrachte Canäle mit der Hauptesse in Verbindung. Der Zug für die zwei (linksliegenden) Muffelöfen ist höher eingeführt, während der Zug für die beiden (rechtsliegenden) Windöfen etwas tiefer liegt. Jeder Zug kann durch Schieber abgeschlossen werden, so dass die Esse nach Willkür mit jedem Ofen in Verbindung gesetzt werden kann. Die beiden Windöfen *k*, *k* tragen eine eiserne

tischartige Platte, auf welcher die Deckelstücke der Oefen gleiten und welche zur Tiegelbesetzung (z. B. bei der Bleiprobe im Eisentiegel) und anderen Manipulationen benutzt wird. Der grosse Windofen ist mit einer starken Gussplatte abgedeckt, auf welcher die Deckelstücke sich ebenfalls hin- und herschieben lassen, und wird als Operationstisch für die Münzproben benutzt, welche bekanntlich in kleinen transportablen Oefchen ausgeführt werden.

Um in einem solchen Fall die Gase abzuleiten, ist in einiger Höhe über dem Windofen ein eiserner Kaminmantel angebracht, unter dem eine ebenfalls mit Schiebern verschliessbare Oeffnung sich befindet, welche nach der Esse führt. Der Zug der letzteren hat sich auch in diesem Fall als vollkommen ausreichend erwiesen, da die Münzöfen sowol mit Holzkohlen als mit Coks eine sehr gute Hitze gezeigt haben.

In der den Muffelöfen gegenüber liegenden Ecke ist ein Audouin-Deville'scher Ofen *l* für rohes Petroleum und Theeröl erbaut worden, um auch für die Behandlung flüssiger Brennstoffe Anleitung geben zu können. Er ist nicht vollkommen genau eine Nachbildung der Pariser Oefen und ist namentlich geräumiger angelegt. Seine Verwendbarkeit zur Ausführung der Bleiprobe im Eisentiegel, zu Schlacken- und Eisenschmelzungen steht ausser Zweifel, sobald man Rohpetroleum verwerthen kann; bei dem Gebrauch von Theeröl hat man dagegen mit einigen Schwierigkeiten in Betreff der Luftzuführung und der Luftvorwärmung zu kämpfen, die sich durch eine andere Rostconstruction wol heben lassen werden. Aus diesen Gründen soll später erst über das Constructionsdetail dieses Ofens berichtet werden, der übrigens schon jetzt billiger als ein Gasofen arbeitet und zu verschiedenen Proben und Metallschmelzungen benutzt worden ist.

Neben dem Kohlenreservoir *m* stehen an den beiden Fenstern vier Ambosse *n*, *n* zum Ausschlacken der Metallkönige; in derselben Ecke ist an der Wand ein kleiner Roots-Blower aus der Fabrik von Schenck, Mohr & Elsaesser in Mannheim aufgestellt, welcher zwei mit Abschlüssen versehene Leitungen speist, von denen die eine nach dem Petroleumofen, die andere nach der Mitte der Hauptofenwand führt, um dort einen auf dem grossen Windofen zu etablirenden transportablen Sefström'schen Ofen von etwa $0^{m},25$ Schachtweite betreiben zu können.

Für den Bedarf der Laboratorien verdienen diese Gebläse den Vorzug vor allen anderen, da sie, selbst bei Handbetrieb, eine grosse Windmenge liefern und keine besonderen Unterhaltungskosten beanspruchen; auch verlieren sie niemals das genaue Spiel der Kolben, da letztere ganz von Gusseisen sind und sich nicht wie hölzerne Kapselradgebläse werfen oder verziehen können.

Noch ist anzuführen, dass im Raum *B* ein Digestorium mit grossem Sandbad für Briquettfeuerung eingerichtet wurde, welches sehr gut arbeitet. Wie schon weiter oben angeführt, ist vor den beiden Thüren, welche später die Haupteingänge zum Kesselraum bilden sollen, ein langer Tisch in 1^{m} Höhe angebracht, um die Titriroperationen auszuführen; durch das Bekleben der unteren Thürglasscheiben mit geöltem Papier ist bei durchfallendem Licht ein für Färbungserscheinungen sehr vortheilhafter Hintergrund erzielt worden. In angemessener Höhe über dem Tisch stehen auf einem langen starken Brett die 5 bis 6 grossen Reservoirflaschen für die Titrirflüssigkeiten. Durch Heber mit Glas- und Quetschhähnen können die Flüssigkeiten direct in die tiefer stehenden Büretten gelassen und brauchen nie bewegt und geschüttelt zu werden. Für besondere Operationen und Arbeiten ist noch ein Tisch *q* im Professorenzimmer *D* bestimmt, welches überhaupt seinem eigentlichen Zwecke vollkommen entzogen und als Aufbewahrungsraum für verschiedene werthvollere Materialien und Geräthe benutzt wird.

Ueber einzelne Arbeiten in diesem provisorischen seiner baulichen Einrichtung nach eben geschilderten Laboratorium soll gelegentlich Bericht erstattet werden.

Vermischtes.

Ueber Schnellhämmer.*)

Von Julius v. Hauer, k. k. Professor.

In einer Notiz dieser Zeitschrift, Bd. XVII, Seite 483, spricht sich Hr. Ingenieur Ache dahin aus, dass bei Schnellhämmern ohne Leergang (todten Gang) in der Steuerung der Effect des Schlages von der Volldruckwirkung des Ober- und Unterdampfes unabhängig sei und nur der Differenz der producirten Expansions- und der consumirten Compressionsarbeiten weniger der Reibungsarbeit gleichkomme.

Der Verfasser, welchem sich diese Ansicht ebenfalls aufgedrängt hatte, verfolgte nun den Gegenstand durch Rechnung und gelangte dabei zu dem nicht uninteressanten Ergebniss, dass es bestimmte Expansions- und Compressionsgrade giebt, für welche der Effect des Schlages am grössten wird, und welche daher bei der Construction eines solchen Hammers beizubehalten sind, sofern es sich darum handelt, bei gegebenen Dimensionen, ohne Rücksicht auf Dampfverbrauch, die stärksten Schläge zu erzielen.

Fig. 1

Die Behauptung, dass bei continuirlich mit dem Kolben bewegtem Schieber die Volldruck- und Gegendampfwirkungen beim Auf- und Niedergang sich gegenseitig aufheben, erfordert keinen mathematischen Nachweis; sie geht daraus hervor, dass bei beliebiger Kolbenstellung der Schieber die gleiche Stellung besitzt, ob nun der Kolben im Auf- oder Niedergang begriffen ist. Der Kolben bewege sich auf-, der Schieber abwärts, so beginnt die Expansion in dem Momente, wo nach Skizze Fig. 1 der Schieber den unteren Canal abschliesst; bis zur entsprechenden Kolbenstellung dauert Volldruck. Bei umgekehrter Bewegung und gleicher Stellung des Kolbens und Schiebers beginnt Gegendampf, welcher bis zu Ende des Niederganges dauert. Volldruck beim Aufgang

*) Vom Verfasser als Separat-Abdruck aus dem „Berg- und hüttenm. Jahrbuch," 1876, Heft 2, freundlichst mitgetheilt.

und Gegendampf beim Niedergang finden daher auf einem gleich langen Kolbenlauf statt, und ihre Wirkungen heben sich gegenseitig auf. Ebenso compensiren sich die Arbeit des Gegendampfes beim Auf- und Niedergang u. s. w. und es gestalten sich folgende Perioden der Dampfvertheilung gleich lang:

unter dem Kolben:

Volldruck beim Aufgang und	Gegendampf beim Niedergang
Expansion - - -	Compression - -
Ausströmung - - -	Ausströmung - -

über dem Kolben:

Ausströmung beim Aufgang und	Ausströmung beim Niedergang
Compression - - -	Expansion - -
Gegendampf - - -	Volldruck - -

Da mithin auch die Ausströmung über und unter dem Kolben beim Aufgang so lange währt wie beim Niedergang, und der Einfluss des Fallgewichtes sowie des Luftdruckes auf den Kolbenstangen-Querschnitt sich aufhebt, so kann die zu Ende des Falles im Hammer verbliebene Arbeitsgrösse nur, wie erwähnt, der Differenz der Expansions- und Compressionswirkungen weniger der Reibungsarbeit für Auf- und Niedergang gleichkommen.

Bei Schnellhämmern ist die Steuerung gewöhnlich mit einer Regulirungsvorrichtung versehen, um die Stärke der Schläge zu ändern; bei einer Verstellung derselben ändert sich auch der Hub. Es sei in Fig. 2 H der grösste, h der Hub bei einer beliebigen Stellung der Steuerung; bei dieser

Fig. 2

beginne Expansion, Compression, Ausströmung und Gegendampf beim **Aufgang** bei den Höhen h_e, h_c, h_a und h_g des Kolbens über seiner tiefsten Stellung, so entspricht beim Niedergang die Höhe h_g dem Beginn der Expansion, h_a dem der Compression, h_c dem der Ausströmung und h_e dem des Gegendampfes. Es ist nun

$$e = \frac{h_a}{h_e}$$

der Expansionsgrad für den Aufgang, zugleich Compressionsgrad für den Niedergang und

$$c = \frac{H - h_c}{H - h_g}$$

der Compressionsgrad beim Auf-, zugleich Expansionsgrad beim Niedergang. Hieraus folgt auch

$$h_c = H - c\,(H - h_g).$$

Ferner seien O die obere, fO die untere Kolbenfläche, $(1 - f)\,O$ der Kolbenstangenquerschnitt, A der Druck einer Atmosphäre auf die Flächeneinheit, p die Spannung des wirksamen und p_1 die des abströmenden Dampfes in Atmosphären, G das Fallgewicht und R die Reibung.

Unter Annahme des **Mariotte'schen** Gesetzes ist nun die Expansions- oder Compressionswirkung des Dampfes allgemein gleich

$$Ap\,V \ln x,$$

worin pV das Product aus einer beliebigen Spannung p und dem Volumen V, welches der in Expansion oder Compression begriffene Dampf bei der Spannung p einnimmt, und x den Expansions- oder Compressionsgrad bedeuten.

Es ist somit beim **Aufgang** die Expansionsarbeit des Unterdampfes

$$Ap\,fO\,h_e \ln e$$

und die Compressionsarbeit des Oberdampfes

$$Ap_1\,O\,(H - h_c) \ln c = Ap_1\,O\,(H - h_g)\,c \ln c.$$

Beim **Niedergang** ist die Expansionsarbeit des Oberdampfes

$$Ap\,O\,(H - h_g) \ln c$$

und die Compressionsarbeit des Unterdampfes

$$Ap_1\,fO\,h_a \ln e = Ap_1\,fO\,h_e\,e \ln e.$$

Zieht man von den Expansions- die Compressionsarbeiten und die Reibungsarbeit $2Rh$ für Auf- und Niedergang ab, so ergiebt sich der **Effect des Schlages**

$$E = AO(H - h_g)\,(p - cp_1) \ln c + AOfh_e\,(p - ep_1) \ln e - 2Rh.$$

Die beiden ersten Glieder dieses Ausdruckes werden Null, d. h. der Hammer giebt keinen Schlag, erstlich wenn

$$c = 1 \text{ und } e = 1$$

ist, d. h. wenn keine Expansion und Compression angewendet wird, wie eben schon aus der Ableitung des Ausdruckes für E hervorgeht, nebstdem aber auch, wenn

$$c = \frac{p}{p_1} \text{ und } e = \frac{p}{p_1}$$

ist, d. h. wenn die bei der Spannung p_1 beginnende Compression bis zur Spannung p des Gegendampfes, und die mit p beginnende Expansion bis zur Spannung p_1 des abströmenden Dampfes getrieben wird; in diesem Falle heben sich nämlich auch die Expansions- und Compressionswirkungen gegenseitig auf.

Es muss daher zwischen 1 und $\frac{p}{p_1}$ gelegene Werthe des Expansions- und Compressionsgrades geben, für welche der Effect des Schlages am grössten wird. Um diese zu ermitteln, ist zu berücksichtigen, dass h_g von c und e abhängt, da beim Aufgang der Gegendampf-Eintritt bei einer bestimmten Kolbenstellung beginnen muss, wenn der Hammer bei dem Hub h zum Stillstand kommen soll. Man erhält den Werth von h_g, indem man die Differenz der beim Aufgang an das Fallgewicht übertragenen und von den Widerständen aufgezehrten Wirkungen gleich Null setzt.

Beim Aufgang werden nun folgende Arbeiten **producirt**: durch Volldruck und Expansion des Unterdampfes

$$Ap\,fO\,h_e\,(1 + \ln e) = Ap\,fO\,h_a\,\frac{1 + \ln e}{e},$$

durch die Spannung p_1 des ausströmenden Unterdampfes auf dem Wege $h - h_a$

$$Ap_1\,fO\,(h - h_a) = Ap_1\,fO\,h - Ap_1\,fO\,h_a$$

und durch den Luftdruck auf die Kolbenstange

$$A\,(1 - f)\,O\,h.$$

Consumirt wird dagegen durch das Hammergewicht und die Reibung

$$(G + R)\,h,$$

durch die Spannung p_1 des ausströmenden Dampfes über dem Kolben auf dem Wege h_c

$$AOp_1\,h_c = AOp_1\,H - AOp_1\,(H - h_g)\,c,$$

durch Compression des Oberdampfes

$$AOp_1\,(H - h_c) \ln c = AOp_1\,(H - h_g)\,c \ln c,$$

endlich durch den Gegendampf

$$AOp\,(h - h_g) = AOp\,(H - h_g) - AOp\,(H - h).$$

Setzt man die producirten weniger den consumirten Wirkungen gleich Null, dividirt die entstandene Gleichung mit AO und bezeichnet die Summe der Glieder, in welchem die Factoren h_a und $H - h_g$ sowie auch die Werthe c und e nicht erscheinen, mit M, so ergiebt sich

$$fh_a\left(p\,\frac{1 + \ln e}{e} - p_1\right) - (H - h_g)\,(p - cp_1 + cp_1 \ln c) - M = 0$$

$$H - h_g = \frac{fh_a\left(p\,\frac{1 + \ln e}{e} - p_1\right) - M}{p - cp_1\,(1 - \ln c)}$$

$$(H - h_g)\,(p - cp_1) \ln c = U\left[fh_a\left(p\,\frac{1 + \ln e}{e} - p_1\right) - M\right]$$

worin

$$U = \frac{(p - cp_1)\ln c}{p - cp_1\,(1 - \ln c)}$$

ist. Dividirt man die Gleichung für E durch AO und setzt darin den oben gefundenen Werth, sowie $h_e = \frac{h_*}{e}$, so erhält man

$$\frac{E}{AO} = U\left[f h_*\left(p\frac{1+\ln e}{e} - p_1\right) - M\right] + f h_*\left(\frac{p}{e} - p_1\right)\ln e - 2Rh.$$

Der Effect E wird nun bei gegebenem h thunlichst gross, wenn h_* gross ist, sich dem ganzen Hub h möglichst nähert; doch muss h_* merklich kleiner als h sein, damit zu Ende des Hubes der Canal für den ausströmenden Unterdampf weit genug geöffnet werde. Es ist mithin auch h_* als gegeben anzusehen, und hängt somit E nur noch von e und der Grösse U ab, welche eine Function von c ist.

Sieht man e als constant an, so wird E ein Maximum, wenn U am grössten ist; setzt man daher den ersten Differentialquotienten von U nach c gleich Null, so ergiebt sich nach entsprechender Reduction

$$p - cp_1 = \sqrt{cpp_1}\,\ln c;$$

der Werth von c, welcher dieser Gleichung entspricht, macht E bei gegebenem e am grössten.

Sieht man hingegen c, daher U als constant an, so wird, wie die zuletzt angeschriebene Gleichung für E zeigt, diese Grösse ein Maximum, wenn der Ausdruck

$$Up\frac{1+\ln e}{e} + \left(\frac{p}{e} - p_1\right)\ln e$$

am grössten ist, und dieses tritt, wie man sich durch Differenziren überzeugt, ein, wenn

$$p - ep_1 = p\,(1 + U)\ln e$$

ist. Führt man hierin den Maximalwerth von U ein und bestimmt e, so ergiebt sich dadurch der Expansionsgrad e, welcher im Verein mit dem früher bestimmten Compressionsgrad c das absolute Maximum von E liefert.

Die Spannung p_1 des abströmenden Dampfes wird gewöhnlich gleich 1,1 Atm. angenommen. Behält man diesen Werth bei, so ergeben obige Gleichungen für verschiedene Dampfspannungen p die folgenden vortheilhaftesten Compressions- und Expansionsgrade in runden Zahlen:

für $p =$	2	3	4	5	6	Atm.
$c =$	1,3	1,7	1,9	2,2	2,4	-
$e =$	1,3	1,5	1,5	1,6	1,7	-

Man sieht, dass insbesondere die Expansionsgrade innerhalb enger Grenzen variiren; für die gewöhnlich vorkommenden Dampfspannungen von 3 bis 4 Atmosphären Ueberdruck ist $\frac{2}{3}$ Füllung und Compression auf das halbe Volumen anzuwenden.

Bei Schnellhämmern, welche in der äusseren Steuerung eine Stellvorrichtung zur Regulirung der Stärke der Schläge enthalten, sind diese Expansions- und Compressionsgrade für jene Stellung der Steuerung anzunehmen, welcher die stärksten Schläge entsprechen, um das erreichbare Maximum des Effectes zu erhalten.

Die Hämmer ohne Leergang der Steuerung ergeben übrigens bei gleichen Dimensionen bedeutend schwächere Schläge als die mit dieser Einrichtung versehenen; gegen die letzteren liesse sich nur etwa einwenden, dass der Schieber stets durch einen Stoss in Bewegung gebracht wird, und die Theile, welche diesem Stosse ausgesetzt sind, mehr leiden müssen.

Notizen über das Pulsometer.

Von C. Haber, Director zu Ramsbeck.

Der interessante neue Wasserhaltungs-Apparat, das Pulsometer, wurde hier eingehenden Versuchen unterzogen, die in der beifolgenden Tabelle sich zusammgestellt finden. Das Nachstehende soll einige erläuternde Bemerkungen dazu liefern. Ich setze dabei voraus, dass das Pulsometer in seinem Bau und seiner Wirkungsweise genügend bekannt ist.

Der Dampf wirkt beim Pulsometer saugend und drückend zugleich. Die Saughöhe ist beschränkt und abhängig von dem Vacuum, das durch die Condensation des Dampfes bewirkt wird, nachdem derselbe seine Druckwirkung ausgeübt hat. Leider konnte bei unseren Versuchen bezüglich der Saughöhe aus räumlichen Verhältnissen nicht über 2^m hinausgegangen werden, obwol, ohne den Effect des Apparates zu beschränken, das Ansaugen mindestens auf die doppelte Höhe thunlich sein wird. Bei der verhältnissmässig geringen Verticalhöhe, auf die das Wasser durch einen Apparat gehoben werden kann, und die bei den hiesigen Versuchen bei bester Leistung zu etwa 24^m (einschl. 2^m Saughöhe) ermittelt wurde, ist ein Mehr von 2^m oder $8\frac{1}{3}$ pCt. nicht unwesentlich, und deshalb bei definitiver Aufstellung des Apparates auf möglichst hohe Saughöhe Rücksicht zu nehmen; die Grenze wird übrigens bald erreicht sein: es wäre unzweckmässig, das Pulsometer zu hoch saugen zu lassen, wenn man von demselben einen möglichst hohen Effect verlangt, was das geförderte Wasserquantum anbelangt. Bei Ueberschreitung der günstigsten Saughöhe wird das Wasser zu langsam in den Apparat gelangen, die Condensation wird verzögert, und dadurch die Zahl der Pulsationen vermindert; das Vacuum bleibt schwach und verliert an Saugwirkung. Das pro Pulsation gehobene Wasserquantum wird gering, der Effect der Pumpe also ungünstig; das Wasser und der ganze Apparat bleiben zu heiss, wodurch ebenfalls wieder die Condensation verringert wird; kurz bei grosser Saughöhe wird der Apparat bald zum Stillstand kommen.

Die Druckhöhe wird ebenfalls ihre bestimmte Begrenzung nach oben finden müssen. Die Höhe der Wassersäule steht nämlich nicht in directem Verhältniss zur Spannung des Dampfes derart, dass man mit beliebig hoch gespanntem Dampf das Wasser auf eine beliebige Höhe drücken könnte. Es hat sich vielmehr herausgestellt, dass die Höhe, bei welcher der Apparat mit dem günstigsten Effect arbeitet, wie schon bemerkt etwa 24^m (einschl. 2^m Saughöhe) ausmacht; also 22^m reine Druckhöhe, wobei die Dampfspannung im Kessel etwa 58 Pfd. pro Quadratzoll Ueberdruck bei ganz geöffnetem Dampfeinlassventil beträgt. Wollte man höher gespannten Dampf anwenden, so würde man zu viel Wärme und zu viel Dampfgewicht zuführen, wodurch die Condensation und dadurch der Nutzeffect pro Pulsation sowie die Zahl der Pulsationen, also der Gesammteffect des Apparates geschädigt würden. Wollte man dagegen durch Erweiterung des Saugrohres und der Saugventile mehr Condensationswasser zuführen, so erhielte man ein Wasserquantum in den Apparat, das zu seiner Herausschaffung und Beförderung auf die Maximalhöhe viel mehr Dampf nöthig machte, der wiederum mehr Saugwasser zur Condensation erforderte. Man befände sich also sofort im circulus vitiosus. Man kann freilich ganz gut mit überflüssig hoch gespannten Dämpfen arbeiten, muss dann aber den Dampf drosseln. Dagegen kann man natürlich einen Maximaleffect nicht durch beliebig niedrigen Dampfdruck hervorbringen. Einer bestimmten Druckhöhe des Wassers entspricht ein bestimmter Druck des Dampfes. Ist letzterer zu niedrig, so nimmt jedenfalls die Zahl der Pulsationen ab, wenn es überhaupt noch zu einem Ausgiessen des Wassers kommt.

Die Betrachtung der Tabelle ergiebt für Pulsometer No. 4 des Preiscourants (nominelle Leistungsfähigkeit 300 bis 620^l pro Minute), dass die Zahl der Pulsationen unter sonstigen gleichen Verhältnissen von der Art der Ventile (Saug- und Steigventile) abhängt. Bei 100 Fuss Wassersäule gaben Gummiventile 53, Kugelventile nur 35 Pulsationen pro Minute = 100 : 66; bei 76 Fuss waren diese Zahlen 66,5 und 42,5 = 100 : 64 d. h. Kugelventile gaben $\frac{1}{3}$ Pulsationen weniger.

Das pro Pulsation geförderte Wasser steht in ähnlichem Verhältniss. Bei 100 Fuss Wassersäule ergaben Gummiklappen und Kugelventile bezw. 4^l,196 und 2^l,886 pro Pulsation = 100 : 68,8; bei 76 Fuss bezw. 4^l,63 und 3^l,39 = 100 : 73,2.

Das in der Minute geförderte Wasser muss nun noch eine viel bedeutendere Differenz aufweisen: sie ist für 100 Fuss 100 . 100 : 66 . 68,8 = 100 : 45,4 und für 76 Fuss = 100 . 100 : 64 . 73,2 = 100 : 46,85. Ventile mit Gummiklappen liefern somit reichlich das doppelte Wasserquantum pro Zeiteinheit als Kugelventile.

Es wurde constatirt, dass die Kugelventile bei dem oben angegebenen Wasserdruck an und für sich undicht waren, während die Gummiklappen vollkommen dicht abdeckten. Die Undichtigkeit der Kugelventile allein konnte aber den geringen Effect pro Pulsation nicht hervorbringen, es scheint mir vielmehr, dass das Kugelventil zu träge ist, um bei der grossen Zahl der Pulsationen das Schliessen schnell genug zu bewirken, und dass also während das Hinüber- und Herüberkippens der Kugel Wasser zurücktritt.

Durch die Trägheit der Kugelventile wird wahrscheinlich auch die Zahl der Pulsationen verringert. Es muss hier erläuternd bemerkt werden, dass Pulsometer No. 4 für jedes Saug- und Druckventil eine Gummiklappe hat, während bei Ausrüstung mit Kugeln nur eine Kugel für je zwei Saug- oder Druckventilsitze vorhanden ist. Bei grösseren Nummern wird Raum genug vorhanden sein, entweder für jede Ventilöffnung auch eine Kugel oder Ventile von anderer Construction, aber soliderem Stoff als Gummi anzuwenden. So würden meiner Meinung nach Tellerventile mit Federn oder Thometzek'sche Ringventile den Gummiklappen der Dauerhaftigkeit wegen vorzuziehen sein, namentlich da, wo zur Bewältigung grösserer Höhen mehrere Pulsometer über einander gestellt werden müssen.

Wir sehen ferner aus der Tabelle, dass mit der fallenden Wassersäule im Allgemeinen die Zahl der Pulsationen zunimmt. So zeigt Pulsometer No. 4 (Gummiklappen) bei bezw. 100, 76 und 35 Fuss 53, 66,5 und 80,5 oder 100 : 122 : 154 Pulsationen. Dieselbe Nummer mit Kugelventilen ergiebt bezw. für 100 und 76 Fuss 35 und 42,5 = 100 : 121,4 Pulsationen, also genau dasselbe Verhältniss für die gleichen Höhen.

Je mehr Pulsationen in derselben Zeit gemacht werden, desto günstiger ist der Effect pro Pulsation, wie unsere Tabelle lehrt. Das Verhältniss ist nämlich 53 : 66,5 : 80,5 = 100 : 125 : 152 Pulsationen bei Gummiklappen und 35 : 42,5 = 100 : 122 bei Kugelventilen pro Minute. Wo also der Gesammteffect aus Zahl und Ergiebigkeit der Pulsationen zur Wirkung kommt, ergab Pulsometer No. 4 bei bezw. 100, 76 und 35 Fuss 222,4, 308 und 369,5 = 100 : 138 : 166^{l} Wasser, während derselbe Apparat mit Kugelventil bei 100 und 76 Fuss 101 und 144,15, also bei denselben Höhen im Verhältniss zum Apparat mit Gummiklappen nur 45 und 47 pCt. des Wasserquantums lieferte.

Vergleichen wir nun die Nutzleistung, so ergiebt sich der grösste Effect bei 76 Fuss Wasserhöhe, bei Gummiklappen wie bei Kugelventilen; nach oben wie nach unten nimmt der Effect ab, doch muss constatirt werden, dass die Nutzleistung bei 100 Fuss (Gummiklappen) noch verhältnissmässig gut zu nennen ist, zumal der Apparat bei dieser Höhe noch recht regelmässig arbeitete.

In Bezug auf Pulsometer No. 3 (nominelle Leistung 190 bis 380^{l} pro Minute nach dem Preiscourant) ist zu bemerken, dass derselbe bei 100 Fuss Höhe schon nach einigen Minuten Betriebszeit versagte; ein regelmässiger Gang trat erst ein, als die Steigrohre nach und nach bis zu 76 Fuss Höhe abgenommen wurden, wodurch denn das Maximum der Höhe für diese Nummer ziemlich genau ermittelt wurde. Im Uebrigen ergiebt die Tabelle auch hier, bei No. 3, dass die Zahl der Pulsationen mit abnehmender Höhe wächst, dass aber auch der Nutzeffect pro Pulsation, in Pferdestärken ausgedrückt, mit wachsender Zahl der Pulsationen abnimmt.

Vergleichen wir nun unter gleichen Verhältnissen die Leistungen von Pulsometer No. 4 gegen No. 3, also bei Armirung beider Nummern mit Gummiklappen und bei gleicher Höhe der Wassersäulen.

Bei 100 Fuss Höhe versagte No. 3 schon nach einigen Minuten, während No. 4 noch ganz regelmässig arbeitete. Bei 76 Fuss Höhe machte No. 4 zwei Pulsationen pro Minute mehr als No. 3, bei 35 Fuss machte No. 4 7½ Pulsationen weniger als No. 3. Der absolute Kohlenverbrauch pro Stunde war bei 76 Fuss annähernd derselbe bei beiden Nummern; da jedoch No. 4 in derselben Zeit das 2½fache an Wasser brachte als No. 3, so waren der Effect und der Kohlenverbrauch der grösseren No. 4 bedeutend günstiger.

In der That verhält sich der Kohlenverbrauch von No. 4 zu dem von No. 3 pro Stunde und Pferdest. wie 9,4 : 21,7 = 100 : 231 und der Nutzeffect wie 1,63 : 0,69 = 100 : 42,3.

Für den Bergbau ist es sehr wichtig zu constatiren, ob der Kohlenverbrauch der grösseren Nummern sich wirklich gegen die kleineren Nummern stetig günstiger gestaltet. Es wird deshalb beabsichtigt, demnächst auch Versuche anzustellen mit Pulsometer No. 5, 6 und 7. Sollten die Versuche ergeben, dass der Kohlenverbrauch der grösseren Nummern ein erträglicher ist, so stände dem Pulsometer allerdings eine Zukunft bevor, indem man dann daran denken könnte, auch bei erheblicheren Wasserzuflüssen als Haupt-Wasserhaltungsmaschine das Pulsometer zu benutzen, während bis jetzt dasselbe nur als Hilfsmaschine, oder für ganz kleine und ausnahmsweise Verhältnisse mit Vortheil eine Verwendung zulässt. Denn der Kohlenverbrauch ist im Grossen und Ganzen doch massgebend, so grosse Vorzüge der Billigkeit, der leichten Bedienung und Handhabung, der leichten Placirung u. s. w. das Pulsometer auch aufweist.

Die Zahl 9,4 als Kohlenverbrauch pro Stunde und Pferdest. in Kilogramm (s. Versuch No. 2) könnte hinreichend verführerisch erscheinen, da es Wasserhaltungen genug giebt, die ein gleiches oder noch grösseres Kohlenquantum verschlingen. Diese Zahl wird sich sogar noch geringer stellen, wenn durch Vergrösserung der Saughöhe um 2^{m} die Nutzleistung um etwa 8½ pCt. also von 1,63 auf 1,77 Pferdest. wächst; damit würde sich der Kohlenverbrauch pro Stunde und Pferdest. von 9^{k},4 auf 8^{k},7 stellen. Indess ist, obwol der Versuch ganze 6 Stunden dauerte, ohne dass andere Apparate (mit Ausnahme der Speisepumpen am Ende des Versuches) gleichzeitig betrieben wurden, doch zu bemerken, dass nach dem Kohlenverbrauch pro Stunde und nach dem Gewicht des

No. der Versuche	No. der Pulsometer	Art der Ventile	Seigerhöhe vom Wasserspiegel bis zum Ausguss Fuss	Seigerhöhe vom Wasserspiegel bis zum Ausguss Meter	Dampfüberdruck in Pfd. pro Quadratzoll	Zahl der Pulsationen pro Minute	Gehobenes Wasser pro Minute Liter	Gehobenes Wasser pro Pulsation Liter	Kohlenverbrauch pro Stunde k	Verdampftes Wasser pro Stunde Liter	Verdampftes Wasser pro Kilogramm Kohlen	Kohlenverbrauch pro Stunde u. Pferdest. k	Temperatur des Saugwassers Grad Celsius	Temperatur des Wassers über dem Steigventil Grad Celsius	Temperatur-Erhöhung	Nutzleistung in Pferdestärken	
1	4	Gummiklappen	100	31,30	57,5	53	222,4	4,196	—	—	—	—	5	11,25	6,25	1,55	
2	4	do.	76	23,85	57,5	66,5	308,0	4,631	15,37	179,65	11,68	9,4	—	—	—	1,63	
3	4	do.	35	10,98	42,0	80,5	369,5	4,590	—	—	—	—	—	—	—	0,9	
4	4	Kugelventile	100	31,30	57,5	35	101,0	2,886	—	—	—	—	—	—	—	0,7	
5	4	do.	76	23,85	42,5	42,5	144,15	3,39	19,03	241,8	8,88	25	—	—	—	0,76	Unregelmässiger Gang.
6	3	Gummiklappen	100	31,30	57,5	—	—	—	—	—	—	—	—	34	—	—	Bei dieser Höhe versagte der Apparat nach einig. Minuten.
7	3	do.	76	23,85	57,5	64	130,32	2,362	14,94	132,68	8,88	21,7	3,75	10	6,25	0,69	
8	3	do.	35	10,98	49	88	187,20	2,127	—	—	—	—	3,75	11,25	7,50	0,46	

verdampften Wassers in derselben Zeit sich eine Leistung an verdampftem Wasser pro Stunde von $11^k{,}68$ herausrechnet. Diese Leistung ist für normale Kohlen viel zu gross, und deshalb nicht zu bezweifeln, dass das Kesselmassiv ein erhebliches Quantum von Hitze in sich aufgenommen, welches während des sechsstündigen Versuches den Effect der verbrannten Kohlen unterstützte. Denn wenn auch die Dampfspannung während dieses Versuches dieselbe blieb wie während der Zeit, wo die Hauptmaschine in Betrieb war, so wurde während der Versuchsperiode, absolut genommen, doch nur ein sehr kleines Wasserquantum verdampft und zwar zum grossen Theil auf Kosten der im Kesselmassiv aufgespeicherten Wärme. Gegen den normalen Verdampfungseffect guter Steinkohle ist etwa $\frac{1}{3}$ zu viel verdampft. Nehmen wir an, 1^k Kohle verdampfe 8^k Wasser pro Stunde, so würde daraus nach Versuch 2 ein stündlicher Kohlenverbrauch von $\frac{179{,}65}{8} = 22^k{,}45$ resultiren (anstatt $15^k{,}37$), und pro Stunde und Pferdest. ergäbe sich ein Kohlenverbrauch von $13^k{,}8$, eine allerdings sehr hohe Ziffer.

Dagegen würde dieser Ziffer wieder zu Gute kommen, der Verlust an Wärme durch Strahlung, Wasserverlust durch etwaige Undichtigkeit des Kessels, Umstände, welche bei der verhältnissmässig langen Dauer des Versuches und dem geringen verdampften Wasserquantum ins Gewicht fallen.

Endlich muss bemerkt werden, dass das verdampfte Wasserquantum nicht durch Wägen oder directes Messen, sondern durch Berechnung des entsprechenden Kesselvolumens bestimmt wurde, wobei freilich Fehler stattfinden können.

Die ersten Pulsometerversuche wurden unter Anwendung des Vacuum- und des Manometers gemacht, doch war es sofort klar, dass das beste Hilfsmittel zur Beobachtung des Ganges des Pulsometers das Thermometer sei. Es wurde deshalb bei Pulsometer No. 3 im Steigrohr unmittelbar über dem Ventilkasten ein Thermometer, nach Art derjenigen, die zur Erkennung der Temperatur des Speisewassers dienen, angebracht, das direct in den aufsteigenden Wasserstrom eintaucht und dessen Temperatur fortwährend erkennen lässt. Beistehender Holzschnitt zeigt die getroffene Anordnung. Bei regelmässigem Gange des Pulsometers zeigte das Thermometer fast constante Wärme. Ist die Wärme eine minimale, so wird das Pulsometer in Bezug auf Kohlenverbrauch am vortheilhaftesten arbeiten; man kann also die Dampfeinströmung und damit den Dampfverbrauch nach dem Thermometer reguliren; d. h. man vermindert so lange den Querschnitt der Einströmung des Dampfes, bis das Thermometer bei normaler Pulsationszahl ein Minimum von Wärme anzeigt.

Bei Versuch No. 7, wo dem Pulsometer No. 3 eine zu grosse Höhe der Wassersäule zugemuthet wurde, stieg das Thermometer sehr schnell bis zu 34° C., wo dann der vollständige Stillstand des Apparates eintrat. Anfangs arbeitete bei diesem Versuch der Apparat einige Pulsationen regelmässig; die Dauer bis zum Wechsel des Dampfventils verlängerte sich aber sofort und nahm mit steigender Erhitzung des Wassers immer mehr bis zum schliesslichen völligen Stillstand zu. Zwischenzeitlich brodelte es im Apparat und man hörte, wie der Dampf ohne Saug- und Druckwirkung einfach in die Steigsäule hineinströmte, während das Spielen der Ventile aufhörte und das Steigrohr sich erhitzte.

Die Beobachtung der Temperatur des Steigwassers scheint mir auch in Verbindung mit dem Messen des angesaugten Wassers das einfachste Mittel zu sein, nach den Grundsätzen der mechanischen Wärmetheorie den Effect des Pulsometers zu berechnen.

Bei hinreichend genauen Beobachtungen, namentlich der Temperatur des Steigwassers, wird sich aus der Differenz der Temperatur des Wassers im Steigrohr und im Sumpf, unter Berücksichtigung des Nutzeffectes, die Menge des verbrauchten Dampfes und daraus das wirklich für den Apparat aufgewendete Kohlenquantum berechnen lassen.

Schliesslich sei nur noch bemerkt, dass das Pulsometer zum Abteufen sehr geeignet ist, indem man mit demselben die Zahl der Pulsationen variiren kann von Null bis zur Maximalzahl, welch letztere von der Nummer und den jedesmaligen localen Verhältnissen vorgeschrieben wird. Man kann auch das Pulsometer beliebig lange Zeit stillstehen und nach Bedarf beliebig lange wieder arbeiten lassen. Das Anlassen macht gar keine Schwierigkeiten.

Der Eindruck, den die Versuche mir hinterlassen, geht dahin, dass das Pulsometer ein in vielen Fällen mit gutem Erfolg anzuwendender Wasserhaltungsapparat sei. Freilich muss dabei gerechnet werden. Kommt es hauptsächlich auf billige Wasserhaltung an, so ist das Pulsometer durchaus nicht am Platz (nach den Versuchen mit No. 3 und 4); treten die Wasserhaltungskosten aber in den Hintergrund gegenüber anderen Vortheilen, so wird in vielen Fällen das Pulsometer mit Nutzen Verwendung finden. —

Während die vorstehende Tabelle die Versuche mit Pulsometer No. 4 nur bis 100 Fuss Seigerhöhe begreift, wurden inzwischen die Versuche bei grösseren Druckhöhen angestellt und beendet. Die Resultate sind in nachstehender Tabelle verzeichnet:

Seigerhöhe		Ueberdruck im Kessel Pfd. pro Quadratzoll	Zahl der Pulsationen	Gehobenes Wasser		Nutzleistung in Pferdest.
Fuss	Meter			pro Minute (Liter)	pro Pulsation (Liter)	
138	43,31	62—63	13	47,32	3,64	0,433
130	40,80	do.	23	87,36	3,80	0,790
122	38,29	do.	27	107,38	3,97	0,914

Es ergiebt sich hieraus und aus den Zahlen der früheren Tabelle, dass der erforderliche Dampfdruck mit der Höhe der Wassersäule, aber nicht in constantem Verhältniss, steigt.

In Bezug auf die Nutzleistung ist zu bemerken, dass dieselbe für 11^m und 40^m Seigerhöhe annähernd gleich ist, wenn auch die Menge des gehobenen Wassers sich ungefähr wie 1 : 3 verhält; dass dieselbe ferner bei 24 bis 31^m Höhe die günstigste ist, darüber und darunter aber bald abnimmt.

Technische Literatur.

Mathematik.

Die Absteckung von Strassen- und Eisenbahncurven mit und ohne Benutzung eines Winkelinstrumentes. Von W. Becker, Ingenieur. Mit einer Tafel. 52 S. Wien, Lehmann & Wentzel. —

Diese Tabellen enthalten gleichen Sehnen entsprechende Winkel für Sehnen von 10^m und 20^m Länge und die Längen derjenigen Abstände, welche die Entfernung der Schnittpunkte dieser Sehnen mit der im Anfangspunkt errichteten Tangente messen, beides für Radien zwischen 20^m und 4000^m. Bei jedem Radius steht die entsprechende Bogenlänge, Bogenabstand und die Ordinaten für 1″ Sehne. Beigefügt ist eine Tabelle der Längenunterschiede zwischen Bögen und Sehnen. Eine klar abgefasste Gebrauchsanweisung mit Hilfsfiguren erleichtert den Gebrauch. Die ersteren dieser Tabellen dienen zum Abstecken mittelst Winkelinstrument, während mit Hilfe der letzteren die Bögen nur mit Tracirstangen und Messlatten ohne jedes Winkelinstrument abgesteckt werden können. Zum Vortheil dieser Tabellensammlung muss bemerkt werden, dass sie wenig Raum einnehmen. L. V.

Chemie.

Anleitung zur chemischen Untersuchung der Industriegase von Dr. Clemens Winkler, Prof. der Chemie an der Bergakademie Freiberg. Erste Abtheilung: Qualitative Analyse mit 31 Holzschnitten und einer lithographirten Tafel. Freiberg, 1876. J. G. Engelhardt. —

Obgleich die Wichtigkeit der chemischen Untersuchung der Gasgemenge, welche in der Industrie eine Rolle spielen, immer allgemeiner erkannt wird, so ist doch die Ausführung derselben bis jetzt nur für wenige Zweige ein integrirender Theil der Ueberwachung des Betriebes geworden. Das hauptsächlichste Hinderniss, welches einer allgemeineren Einführung im Wege lag, bestand unstreitig darin, dass ein systematischer Gang der technischen Gasanalyse noch nicht aufgefunden oder wenigstens nicht allgemein bekannt geworden war, wie wir einen solchen für die Analyse der festen Stoffe schon lange besitzen. Diesem Mangel abzuhelfen, scheint das oben angezeigte Buch berufen zu sein. Der Verf. selbst, rühmlichst bekannt namentlich durch seine Untersuchung der Gase der Schwefelsäure-Fabrication, bezeichnet es als eine Frucht jahrelanger Studien, indem er zugleich darauf hinweist, dass durch die Veröffentlichung von Bunsen's classischen „Gasometrischen Methoden“ (1857), welche vorwiegend für wissenschaftliche Untersuchungen bestimmt und geeignet sind, die Gasanalyse doch nur wenige Schritte weiter vorwärts gebracht ist.

Referent weiss sich in Uebereinstimmung mit einem auf diesem Gebiete völlig competenten Fachmanne, wenn er den Versuch des Verf., „in gedrängter Weise einen Gang vorzuzeichnen, welcher ermöglichen soll, die Beschaffenheit eines Gases festzustellen, bevor man das Quantitätsverhältniss ermittelt, welches zwischen seinen Bestandtheilen obwaltet“ — für in hohem Masse gelungen hält und dass dessen Hoffnung, dass „was er jetzt bietet, sich in Kürze als entwickelungsfähig erweisen und bei sachkundiger Pflege dereinst zu einem neuen und sicherlich wichtigen Zweige der analytischen Chemie heranwachsen werde“, ebenso gewiss in Erfüllung gehen werde, als er nicht nöthig gehabt hätte, darüber in so bescheidenen Ausdrücken zu sprechen, wie wir sie in seinem Vorworte finden. Wir sind überzeugt, dass diese „Anleitung“ Winkler's auf dem Gebiete der Gasanalyse dieselbe Rolle spielen wird, wie Fresenius' Anleitung zur qualitativen Analyse auf dem ihrigen, wo sie, soviel Nachfolger sie auch gehabt hat, doch von keinem derselben verdunkelt worden ist.

Der Inhalt des Büchleins ist so angeordnet, wie wir es in den Leitfäden der analytischen Chemie gewohnt sind. Der erste Abschnitt enthält die Operationen, Apparate und Geräthschaften, der zweite die Reagentien, der dritte die Eigenschaften und Reactionen der Gase, geordnet in 7 Gruppen und im vierten den systematischen Gang der Analyse getheilt in Vorprüfung und eigentliche Untersuchung, über welche letztere wir hier nur die Andeutung machen wollen, dass hier die successive Absorption (durch Schwefelsäure, Natronlauge, salpetersaures Silber, pyrogallussaures Alkali, Kupferchlorür- und Eisenoxydullösung) dieselbe Rolle spielt wie die Ausfällung durch Schwefelwasserstoff, Schwefelammonium u. s. w. in der Analyse der Lösungen fester Körper. —

Die Ausstattung des Buches ist gut, namentlich können sich die Abbildungen den besten Leistungen an die Seite stellen.

Wir freuen uns, dass der Verf. versprochen hat, bald die Anleitung zur quantitativen Aanalyse der Industriegase folgen zu lassen. Inzwischen können wir nicht umhin, bei dieser Gelegenheit noch einmal auf die schon im vorigen Bande d. Z. S. 484 angezeigte Broschüre von C. Stoeckmann: „Die Gase des Hohofens und der Siemens-Generatoren“ aufmerksam zu machen, die ausser dem Verfahren zur quantitativen Bestimmung der Gase eine grosse Anzahl von für den Betrieb werthvollen Ergebnissen mannigfaltiger Art mittheilt.

Ls.

Eisenbahnwesen.

Secundäre Eisenbahnen. Von Arnold Saumelson, Ingenieur in Hamburg. Mit 5 Tafeln. 26 S. (Preis 1,80 ℳ). Hamburg, 1876. O. Meissner. —

Die jetzige Generation der Ingenieure scheint sehr revolutionär in Bezug auf das Eisenbahnwesen gesonnen zu sein. Ueberhaupt giebt es kaum ein zweites Kind des technischen Genies, welches die Menschheit undankbarer behandelt hätte als die Eisenbahnen. Zuerst wurden sie nicht einmal von Leuten wie Arago freundlich empfangen, und wenn sie sich trotzdem einzustellen anfangen, um die Wege der Civilisation zu ebnen und um aus uns sämmtlichen Menschenbarbaren ein einzig Volk des Friedens und der Arbeit zu machen, — nun, dann stellen sie erst recht Niemanden zufrieden.

Man verzeihe uns eine lange Vorrede zu der kurzen Besprechung einer kleinen Broschüre, welche aber grosse Sachen enthält. So denken wir wenigstens, ohne jedoch im Stande zu sein, den geehrten Herren Collegen gegenüber etwas Positives sagen zu können.

Denn der Hr. Verfasser hat eine sehr interessante kleine Locomotive mit vielen Eigenthümlichkeiten erfunden und patentirt, von deren Construction wir aber leider keine Idee haben. Die Verkuppelung seiner Fahrzeuge durch eine tief gelegene Stange ist so sehr einfach, dass wir ihre Vortheile gar nicht verstehen. Curven über 150 m Radius werden als gerade behandelt, während alle stärkeren Biegungen mittelst Bogen von 28 m Radius mit eingelegten Tangenten gebildet werden. Wenn nämlich die 23 mm hohen Spurkränze auf den äusseren Schienen auflaufen, so ist dies gerade recht. Der Verfasser resumirt seine Grundsätze in 5 Punkten, aus denen Alles andere von selbst folgt, und „getrost der Weiterbildung und Vervollkommnung von Tausenden einsichtsvoller Ingenieure aller Arten überlassen werden kann“ Kein Patent ausser auf den Dampfwagen genommen. „Jedermann wird es als unbenommen hingestellt, diese Schrift unter Nennung des Namens des Verfassers in fremde Sprachen zu übersetzen.“ So endet die Broschüre.

L. V.

Bergwesen.

Die moderne Sprengtechnik mit ihren wesentlichsten Hilfsmitteln, Bohr- und Schrämmaschinen, Dynamit und elektrischer Zündung im Steinbruche, dem Berg-, Eisenbahn- und submarinen Baue, sowie für Culturzwecke von Julius Mahler. Siebente durch die neuesten Erfahrungen vermehrte Auflage mit 41 in den Text gedruckten Abbildungen. 58 Seiten. Wien 1876. Lehmann & Wentzel. —

Diese von dem Büreau für Sprengtechnik von Mahler & Eschenbacher in Wien herausgegebene, durch den Buchhandel zu beziehende Broschüre enthält in der ersten Abtheilung: Die Maschinenbohrung und das Schrämen, kurze Beschreibungen der Bohrmaschine von R. Schram und von Burleigh nebst Angabe ihrer Vorzüge vor den Maschinen von Ferroux und Darlington, Regeln für ihre Anwendung und eine Beschreibung der Luftcompressoren von Sturgeon und von Schmidt, welchen Verf. vor allen Uebrigen den Vorzug giebt. Der Betrieb der Bohrmaschinen wird für seine verschiedenen Anwendungen im Detail beschrieben, durch Zeichnungen illustrirt, sowie Betriebsergebnisse mitgetheilt. Der zweite Abschnitt schildert die Dynamite, ihre Gebrauchsweise, Verwendung in verschiedenen Richtungen und deren Ergebnisse; der dritte Abschnitt behandelt die elektrische Zündung, ihre Vortheile, Materialien, Beschreibung und Zeichnung der in Oesterreich am häufigsten angewendeten Zündmaschine von Bernhardt mit zwei Hartgummischeiben und Pelzkissen, deren Gebrauchsanweisung, Beschreibung der metallischen Leitung und der elektrischen Zündung und schliesslich die Anwendung der elektrischen Zündung, nämlich die Herstellung eines Schusses, die Verbindung der Schüsse unter einander und mit der Hauptleitung, die Leitungsanlagen und die Zündung.

Die Besprechung und Zeichnungen sind verständlich und ausführlich genug, um Jedem, der sich für Sprengtechnik interessirt, zur Belehrung dienen zu können.

Ls.

A. W. Schade's Buchdruckerei (L. Schade) in Berlin, Stallschreiberstr. 47.

ZEITSCHRIFT
DES
VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE.

1877. Band XXI. Heft 6. Juniheft.

Abhandlungen.

Noch einmal die überhitzten Dämpfe.

Von Professor Dr. **Jacob J. Weyrauch** in Stuttgart.

Auf den ersten Seiten des laufenden Jahrganges dieser Zeitschrift hat Hr. Prof. Zeuner meine im vorigen Jahre an gleicher Stelle erschienene Kritik der bisherigen Theorien der überhitzten Dämpfe zu widerlegen versucht. Die Ausführungen Zeuner's haben mich nicht zu überzeugen vermocht, dagegen scheint es mir zweckmässig, das Wesen der Frage etwas deutlicher hervortreten zu lassen, als es bei Zeuner geschehen ist.

Die Zeuner'sche Zustandsgleichung der trockenen Dämpfe ist abgeleitet auf Grund dreier Annahmen, von welchen die eine nicht richtig zu sein braucht, die beiden anderen aber vollständig willkürlich sind. Die Zulässigkeit dieser Annahmen motivirt Zeuner mit der in der That ausgezeichneten Uebereinstimmung, welche die daraus folgenden Gleichungen in vielen Fällen mit Versuchsresultaten, und besonders mit der auf die Regnault'schen Versuche begründeten Theorie gesättigter Wasserdämpfe liefern.

Ich habe darauf in der Abhandlung „Von den überhitzten Dämpfen“ gezeigt, dass die Zeuner'schen Gleichungen in anderen Fällen nicht gut mit den Resultaten dieser Theorie übereinstimmen, besonders aber, dass die Formeln innere Widersprüche enthalten, so dass man z. B. für gewisse Grössen zweierlei Werthe daraus ableiten kann. Dass diese Widersprüche thatsächlich auftreten, wird von Zeuner nicht bestritten.

Während ich nun diese Widersprüche im Wesentlichen den gemachten willkürlichen Annahmen zur Last lege, von welchen besonders eine (c_p constant) von Niemand, auch nicht von Zeuner, geglaubt wird, sucht Zeuner sie durch die Ungenauigkeit der von ihm gegebenen empirischen Formeln, besonders der Gleichung der Grenzcurve, zu erklären. Aber auch ohne von Zeuner gegebene empirische Gleichungen, nur unter Anerkennung des Regnault'schen Werthes von r führt die Zeuner'sche Entwickelung auf ein variables c_p, während man von einem constanten ausgeht (Bd. XX, S. 5). Auffallend ist dabei noch, dass c_p nach dem Gesetze einer geraden Linie variirt und zwar gleichmässig gut von 0,1 bis 14 Atmosphären. Ferner führt die Zeuner'sche Zustandsgleichung vielfach auf ganz andere Resultate als die unten folgende Gleichung (6), obschon die letztere vom Standpunkte der ersteren richtig ist.

Trotz der erhobenen Einwendungen, welche in wissenschaftlichen Fragen ja wohl gestattet sind, habe ich die Brauchbarkeit der Zeuner'schen Formeln für die Praxis niemals bestritten, dieselbe im Gegentheil immer hervorgehoben.

Wenn man jedoch mit Rücksicht auf die Bedürfnisse der Praxis bei fast gänzlichem Mangel an Versuchen vorläufig zu Annahmen genöthigt ist, welche allgemein für unrichtig gehalten werden, und die auch sofort auf Widersprüche führen, so wird man natürlich mit diesen Annahmen gern so lange warten, als man überhaupt ohne sie auskommen kann.

Es war nun gerade die Aufgabe, welche ich mir in den beiden Aufsätzen „Von den überhitzten Dämpfen“ und „Zur Theorie der Dämpfe“ gestellt hatte, zu zeigen, wie man unabhängig von Annahmen über die specifischen Wärmen eine widerspruchsfreie Theorie der überhitzten Dämpfe ableiten kann, und es hat sich dabei eine Reihe von Eigenschaften ergeben, auf welche man bis dahin auch bei speciellen Annahmen nicht gekommen war. Da ich mein Interesse an Wärmetheorie hauptsächlich den anregenden Collegien von Zeuner und Clausius verdanke, so lag es gewiss nicht in meiner Absicht, Hrn. Prof. Zeuner das hervorgetretene Missbehagen zu bereiten.

In der Sache legt Zeuner das Hauptgewicht auf die Vertheidigung desjenigen Satzes, welchen er im Jahre 1866 (nicht erst in einem später erschienenen Aufsatze) als „Hirn'sches Gesetz“ in die Wärme-

theorie eingeführt hat. Auf S. 435 der „Grundzüge" heisst es unter der Ueberschrift „Das Gesetz von **Hirn**": „**Hirn** hat in neuester Zeit den Satz aufgestellt, dass bei den überhitzten Dämpfen vom Condensationspunkte bis zu dem Zustande hin, in welchem sie das Verhalten der permanenten Gase zeigen, die innere Arbeit U proportional dem Producte pv sei."

Dieser Satz allein oder der darin liegende und ebenfalls von **Zeuner** angegebene, „dass die isodynamische Curve der Dämpfe eine gleichseitige Hyperbel sei", hat seit elf Jahren den Namen „**Hirn**'sches Gesetz" geführt und durch Bücher und Zeitschriften allgemeine Verbreitung gefunden. Die Befürchtung **Zeuner**'s, dass aus genannter Bezeichnung Missverständnisse entstehen könnten, ist daher erst begründet, seit **Zeuner** in seiner Erwiderung einem allgemeineren Satz den gleichen Namen beigelegt hat.

Zeuner erklärt nun das von ihm gegebene **Hirn**sche Gesetz einstweilen „vollständig aufrecht erhalten" zu wollen, bis weitere Beweise dagegen vorgebracht seien. Aus dieser in einer Streitfrage etwas unsicheren Ausdrucksweise scheint doch hervorzugehen, dass **Zeuner** jetzt wieder wie im Jahre 1867 (Bd. XI, S. 56) den Satz für mathematisch genau hält. Einen **rein theoretischen** Gegenbeweis zu liefern, dürfte allerdings schwer fallen, indessen ist das Beweisen an dem, der etwas aufstellt, und die Herleitung des **Hirn**'schen Gesetzes aus den drei **Zeuner**'schen Annahmen kann nicht als Beweis gelten.

Die erste dieser Annahmen, „c_p constant für alle Pressungen und Temperaturen", ist schon deshalb willkürlich, weil nur Versuche bei **einer** Pressung vorliegen. Die zweite, wonach auf der adiabatischen Curve $T = \text{Const.}\, p^{\frac{\varkappa-1}{\varkappa}}$ sein soll, wird gewöhnlich durch die Versuchsresultate von **Hirn** und **Cazin** motivirt, findet jedoch in diesen keine Begründung (Bd. XX, S. 50). Da ich die dritte Annahme früher ganz unberücksichtigt gelassen habe, so will ich auch diese noch vorführen. Ich gehe dabei aus von den Gleichungen, welche ich in meinem ersten Aufsatze bereits abgeleitet habe.

Setzt man darin mit **Zeuner** c_p constant und bezeichnet $\frac{AR}{c_p} = \frac{\varkappa-1}{\varkappa}$, so findet sich, wie schon gezeigt,

$$\text{für } dQ = 0 \quad T = \text{Const.}\, p^{\frac{\varkappa-1}{\varkappa}} \quad . \quad . \quad . \quad (1).$$

Durch Substitution dieses Werthes in Gleichung (11) folgt:

$$\left(\frac{dt}{dv}\right) = \frac{A}{c_p}\frac{\varkappa}{\varkappa-1}p \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

und wenn man diesen Ausdruck in die allgemeine Gleichung

$$A = \frac{d}{dp}\left[c_p\left(\frac{dt}{dv}\right)\right] - \frac{d}{dv}\left[c_v\left(\frac{dt}{dp}\right)\right]$$

einführt, wird

$$\frac{d}{dv}\left[c_v\left(\frac{dt}{dp}\right)\right] = \frac{1}{\varkappa-1}A.$$

Die Integration dieser Gleichung ergiebt:

$$c_v\left(\frac{dt}{dp}\right) = \frac{1}{\varkappa-1}Av + F(p) \quad . \quad . \quad . \quad (3).$$

Zeuner setzt nun ohne Weiteres

$$F(p) = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

und erhält dann wie bei permanenten Gasen:

$$\left(\frac{dt}{dp}\right) = \frac{A}{c_v}\frac{1}{\varkappa-1}v \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5).$$

Durch die Annahme (4) wird etwas ganz Neues in die Formeln eingeführt. Wäre es nicht der Fall, so müssten die von mir abgeleiteten Hauptgleichungen für „c_p constant" in die **Zeuner**'schen Gleichungen übergehen, was aber erst unter der zweiten Voraussetzung (4) der Fall ist. Nur **eine** Gleichung für dQ stimmt bei constantem c_p direct mit der entsprechenden **Zeuner**schen, was darin seinen Grund hat, dass der Werth des Differentialquotienten (2) von der Annahme (4) nicht berührt wird. Durch so verschiedene Annahmen, welche sich möglicherweise gegenseitig ausschliessen, können nun wol bei geeigneter Wahl der Constanten in gewissen Fällen Compensationen von Fehlern, in anderen aber um so grössere Abweichungen eintreten.

Man könnte hier einwenden, dass die Annahme $F(p) = 0$ in der bekannten **Grashof**'schen Ableitung von **Zeuner**'s Gleichung bewiesen erscheint, ich muss daher noch zeigen, dass dieser Beweis auf einem Irrthum beruht.

Nachdem **Grashof** die Gleichungen (2) und (3) abgeleitet hat, setzt er den Werth (2) in die allgemeine **Clausius**'sche Gleichung für AT und findet mit Rücksicht auf (3):

$$\frac{(\varkappa-1)^2}{\varkappa}\frac{c_p c_v}{c_p - c_v}\frac{T}{A} = pv + \frac{\varkappa-1}{\varkappa}pF(p).$$

Grashof sagt nun, $F(p)$ sei dadurch bestimmt, dass vorstehende Gleichung die Zustandsgleichung eines Gases als Grenzfall enthalten müsse. Für diesen Grenzfall ist $\frac{c_p}{c_v} = \varkappa$, $c_p - c_v = AR$ und damit

$$RT = pv + \frac{\varkappa-1}{A}pF(p) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6).$$

Hieraus schliesst **Grashof**:

$$F(p) = 0.$$

Dieser Schluss ist aber nicht zulässig. Die Dämpfe nehmen das Verhalten der permanenten Gase erst bei unendlicher Ueberhitzung an, und dann ist bei jedem endlichen Druck, den wir annehmen können, $RT = \infty$, $pv = \infty$ und die Gleichung (6) geht in das **Mariotte-Gay-Lussac**'sche Gesetz einfach dadurch über, dass das endliche Glied gegen die unendlichen verschwindet, ganz wie das auch für die **Zeuner**'sche Zustandsgleichung (9) gilt.

Die Zustandsgleichung, von welcher ich ausgegangen bin, und welche direct aus den Versuchen von **Hirn** folgt, lautet:

$$p(v - s) = R\tau \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7),$$

worin s das dem Drucke p entsprechende Sättigungsvolumen, τ die Ueberhitzung, R eine Constante.

Diese Gleichung enthält alle Zustandsgleichungen von der Form

$$pv = RT - f(p) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

als specielle Fälle, denn man braucht die letztere nur bei gleichem Druck für den Sättigungspunkt anzuschreiben, um sofort durch Subtraction Gleichung (7) zu erhalten.

Die Zeuner'sche Zustandsgleichung

$$pv = RT - Sp^{\frac{\varkappa-1}{\varkappa}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

ist auch von der Form (8), sie ist also auch ein specieller Fall von (7) und zwar ergiebt sie sich daraus, wenn c_p constant gesetzt und die Annahme (4) gemacht wird. Natürlich führt auch Gleichung (9) wie alle Gleichungen von der Form (8) auf die allgemeine Beziehung (7). Dies habe ich als besonders interessant in meinem ersten Aufsatze derart hervorgehoben, dass ich der Sache sogar ein besonderes Capitel widmete.

Aus diesem Capitel bringt Zeuner in seiner Erwiderung wie etwas ganz Neues den einen Satz, dass man auch aus seinen Gleichungen auf Formel (7) zwar nicht gekommen ist, wohl aber hätte kommen können. Alles Uebrige wird weggelassen. Wenn überhaupt eine Wiederholung nöthig war, warum hat Zeuner nicht das richtige Verhältniss angegeben? Ich bin überzeugt, dass eine solche Darstellungsart bei Zeuner nur ausnahmsweise vorgekommen ist.

Die Gleichung (7) in ihren verschiedenen Formen soll nun „ohne Dampftabellen" nicht anwendbar sein. Man könnte hiernach fast schliessen, dass dies ein Nachtheil sei. Da aber Jeder, der sich mit Wärmetheorie beschäftigt, die Zeuner'schen oder Grashof-schen Tabellen fortwährend zur Hand hat, so weiss ich nicht, was Zeuner eigentlich sagen will. Schreiben wir die Zustandsgleichung in der Form

$$pv = R(T - P) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

so ist bei Zeuner mit $\frac{S}{R} = \beta$

$$P = \beta p^{\frac{\varkappa-1}{\varkappa}},$$

bei mir

$$P = T' - \frac{ps}{R},$$

unter T', s Sättigungstemperatur und Sättigungsvolumen für den Druck p verstanden, welche sich bereits in den bisherigen Tabellen finden. Den ersten Ausdruck hat man ohne Dampftabellen zu berechnen, man kann aber besondere Tabellen dafür neu herstellen, für den zweiten ebenfalls, wo liegt da der Nachtheil?

Zeuner scheint zu fürchten, dass man Gleichung (7) für das wahre, das heisst absolut genaue Spannungsgesetz der gasförmigen Körper halten könnte, ein Anspruch, den ich nie erhoben habe. Einstweilen genügt es, dass diese Gleichung bei nur einer Constanten sich jedenfalls ebenso gut mit den Versuchen in Einklang bringen lässt wie die Zeuner'sche mit drei verfügbaren Constanten, dass sie keine willkürlichen Annahmen über die specifischen Wärmen macht, eine in sich widerspruchsfreie Theorie gestattet, und überdies die Zeuner-sche Zustandsgleichung als speciellen Fall mit enthält.

Was die weiteren Formeln für die Praxis betrifft, so ist man, bis genügende Versuche über die specifischen Wärmen vorliegen, zu Annahmen genöthigt. Man kann dann entweder mit Zeuner c_p constant und c_v variabel, oder mit Hirn und Schmidt c_v constant und c_p variabel setzen und unter der weiteren Annahme $F(p) = 0$ zu den Zeuner'schen oder Hirn-Schmidt-schen Hauptgleichungen für dQ, dU übergehen. Ich persönlich ziehe hierbei die Zeuner'schen Gleichungen vor, welche sich durch Substitution der wie oben abgeleiteten Differentialquotienten (2), (5) in die allgemeinen Clausius'schen Gleichungen der mechanischen Wärmetheorie sofort ergeben. Die Zeuner'sche Zustandsgleichung dagegen ist durchaus nicht nöthig, wenn dieselbe auch ebenso wie die Hirn-Schmidt'sche in keinem Werk oder Vortrag über Wärmetheorie fehlen wird.

Einige Bemerkungen Zeuner's wird sich Jeder, der meinen Aufsatz gelesen hat, selbst corrigirt haben. So soll ich speciell von der Gleichung (4) in Zeuner's Erwiderung behauptet haben, dass sie in der Nähe des Sättigungspunktes nicht einmal angenähert zutreffe, während diese Gleichung in meinem Aufsatz gar nicht vorkommt, alles was vorkommt aber soweit begründet ist, dass jedenfalls kein Schluss unbegreiflich ist; so soll ich die Zeuner'schen Gleichungen (5) und (6) als „theoretisch begründet" und „voll begründet" angesehen haben, während ich sie ausdrücklich als „von Zeuner gegebene empirische Formeln" einführte, man könnte dann Jedem, der die Regnault'schen Formeln anwendet, denselben Vorwurf machen; so soll ich die Clausius-sche Temperaturfunction h unter Zeuner's Namen nach einer von ihm nicht gegebenen Formel berechnet haben, während ich nur zeigte, dass die Zeuner'schen Gleichungen zu den betreffenden Werthen von h führen u. s. w.

Für diejenigen freilich, welche der vorliegenden Frage ferner stehen, aber doch gern lesen, was Zeuner schreibt, können solche Bemerkungen zu irrthümlichen Auffassungen führen, und deshalb hätte ich gewünscht, dass Zeuner in seiner Erwiderung etwas schärfer bei dem geblieben wäre, was in meinem Aufsatze wirklich steht.

Stuttgart, im März 1877.

Die unterirdische Wasserhaltungsmaschine auf dem Georgschachte der cons. Gustav-Grube bei Schwarzwaldau (Schlesische Kohlenwerks-Actien-Gesellschaft zu Gottesberg).

Von **L. Wolf.**

(Hierzu Taf. XIII.)

Veranlassung zur Anlage der Maschine u. s. w.

Die der Schlesischen Kohlenwerks-Actien-Gesellschaft gehörige cons. Gustav-Grube besitzt zwei Schächte, von denen der eine, der Paulinenschacht, vorwiegend zur Förderung, der andere, der Georgschacht, zur Wasserhaltung dient.

Die Wasserhaltung geschieht durch eine einfach- und directwirkende Hochdruckmaschine mit $2^m,667$ Hub und $0^m,941$ Cylinderdurchm., welche zwei Hubsätze von $0^m,32$ Durchm., und einen Drucksatz von $0^m,45$ bewegt. Während diese Maschine, welche im Jahre 1875 aufgestellt worden war, früher völlig ausgereicht hatte, um die Wasser zu wältigen, stellte sich gegen den Anfang der 70er Jahre ihre Unzulänglichkeit immer mehr heraus. Es musste daher auf den Einbau einer Reservemaschine Bedacht genommen werden, wenn einem eventuellen Ersaufen der Grube vorgebeugt werden sollte.

Es wäre nun wol möglich gewesen auf dem Georgschachte eine zweite directwirkende Wasserhaltungsmaschine sammt den nöthigen Sätzen einzubauen, da die Schachteintheilung dies zuliess, indem von vornherein diese zweite Anlage schon ins Auge gefasst war. Da die alte Maschine indessen für gewöhnlich die Wasser noch recht gut wältigen konnte, dieselbe ausserdem gut erhalten war und zu besonderen Klagen keine Veranlassung gab, so hätte die neue Maschine vorwiegend nur den Charakter einer Reserve für besondere Fälle erhalten. Aus diesem Grunde erschien es angemessen, neben genügender Sicherheit die pecuniäre Seite in den Vordergrund treten zu lassen, und eine unterirdische Wasserhaltungsmaschine in der Grube einzubauen, was sich jedenfalls billiger beschaffen liess als die Aufstellung einer grossen über Tage stehenden Maschine, zumal man der letzteren dann jedenfalls solche Dimensionen hätte geben müssen, dass Reserve für alle im Bereiche der Möglichkeit liegenden Eventualitäten darin steckte.

Die einfachwirkende Wasserhaltungsmaschine saugt aus einer Sumpfstrecke, deren Sohle etwa $6^m,4$ unterhalb Schienenunterkante der Grundstrecke liegt. Der Cylinder dieser alten Maschine steht mit seinem Zubehör in der ersten Etage des Schachtgebäudes und lässt die Hängebank ganz frei; unterhalb derselben giesst der Drucksatz die Grubenwasser aus.

Unmittelbar neben dem Schachtgebäude steht das Kesselhaus mit 4 Kesseln zu 44^{qm} Heizfläche, welche für $4\frac{1}{3}$ Atm. Ueberdruck concessionirt sind.

Auf den Einbau unterirdischer Kessel war von vornherein nicht reflectirt, und boten daher die localen Verhältnisse bezüglich der Zuleitung des Dampfes, sowie des Einbaues der Steigrohre keinerlei Schwierigkeiten dar.

Die Grösse der Maschine war so zu wählen, dass sie mit Sicherheit unter gewöhnlichen Verhältnissen die alte ablösen konnte. In den Monaten Januar bis Juli 1874 angestellte Beobachtungen ergaben nun folgende Resultate:

Januar	$0^{cbm},78$	Wasserzufluss pro Minute,
Februar . . .	$0^{cbm},73$	- - -
März	$0^{cbm},84$	- - -
April	$1^{cbm},27$	- - -
Mai	$1^{cbm},24$	- - -
Juni	$1^{cbm},31$	- - -
Juli	$1^{cbm},27$	- - -

Nach diesen Resultaten wurde die Maximalleistung der Pumpe zu 2^{cbm} pro Minute festgesetzt.

Wahl des Maschinensystems.

Die bis zum Bau dieser Maschine im Waldenburger Revier mit unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen gemachten Erfahrungen, namentlich mit solchen ohne Schwungrad, waren nicht dazu angethan, für die ziemlich erhebliche Leistung und bei der Wichtigkeit der Anlage für die Grube zu einem Versuche mit denselben sich zu entschliessen. Ebenso wenig konnte eine Besichtigung englischer unterirdischer Wasserhaltungsmaschinen auf oberschlesischen Gruben die Anlage einer solchen empfehlen.

Unter diesen Umständen wurde der Verfasser, jetzt in Firma Riehn, Meinicke & Wolf zu Görlitz, mit der Ausarbeitung eines Projectes betraut, und wurde nach dem, namentlich in Bezug auf die Pumpenconstruction detaillirten Projecte desselben die Maschine von der Wilhelmshütte zu Sprottau mit allem Zubehör gebaut.

Des druckhaften Gebirges wegen war es vorgeschrieben, die Maschine so compendiös und namentlich so schmal als möglich zu construiren, um bei Herstellung des unterirdischen Maschinenraumes nicht auf zu grosse Schwierigkeiten zu stossen. Es sollte daher die Maschine eincylindrig werden, ein Schwungrad erhalten, und mit vollständiger Condensation des gebrauchten Dampfes sowie mit Expansion arbeiten.

Die Maschine erhielt folgende Dimensionen:

Durchm. des Dampfcylinders . .	$0^m,600$
- - Pumpenkolbens . .	$0^m,190$
Kolbenhub	$0^m,700$
Durchm. der Kolbenstange . . .	$0^m,075.$

Es beträgt ferner die Druckhöhe rund 54 Lachter $= 113^m$, die mittlere Saughöhe $3^m,75$.

Die Maximal-Umlaufzahl wurde auf 65 pro Minute festgesetzt, und neben Condensation etwa vierfache Expansion angenommen.

Das theoretische Pumpenvolumen berechnet sich nach den gegebenen Dimensionen wie folgt:

$$2 . 65 (0{,}0284 - 0{,}0044) . 0{,}7 = 2^{cbm}{,}18 \text{ pro Minute},$$

es ist somit ein Wirkungsgrad von $\frac{2}{2{,}18} . 100 =$ rund 90 pCt. gerechnet.

Die Leistung in gehobenem Wasser beträgt:

$$\frac{1000 . 2 . 113}{60 . 75} = 50 \text{ Pferdest.}$$

Nimmt man den Dampfdruck an der Maschine zu 3 Atm. Ueberdruck = 4 Atm. absolut oder $40\,000^k$ pro Quadratmeter und setzt vierfache Expansion sowie Condensation und den Gegendruck im Condensator = 2000^k pro Quadratmeter voraus, so ergiebt sich der mittlere Dampfdruck:

$$40\,000 . 0{,}6 - 2000 = 22\,000^k,$$

die Arbeit der Maschine also:

$$\frac{0{,}283 . 22000 . 2 . 65 . 0{,}7}{60 . 75} = 124 \text{ Pferdest.}$$

Der totale Wirkungsgrad beträgt hiernach

$$\tfrac{50}{124} = 0{,}4.$$

Die Maschine ist kräftig genug, um nöthigenfalls noch eine Pumpe, welche an die Verlängerung der Kolbenstange anzukuppeln wäre, betreiben zu können.

Beschreibung der Pumpe und Maschine.

Die Pumpe besteht, wie die Zeichnungen auf Taf. XIII ergeben, aus zwei getrennten Pumpencylindern *a*, *a*, in welchen ein gemeinschaftlicher Plunger *b* arbeitet. Jeder Cylinder ist mit einem Saug- und mit einem Druckventil versehen, so dass die Pumpe als doppeltwirkende Plungerpumpe anzusehen ist.

Die Ventile befinden sich in den Ventilkasten *c*, *c*; über den Druckventilen stehen die Druckwindkessel *d*, *d*, und unmittelbar unter den beiden Saugventilen befindet sich ein gemeinschaftlicher Saugwindkessel *e*, von welchem aus das Saugrohr in den Sumpf führt. Auf dem Projecte war ursprünglich vorgesehen, die Einspritzwasser für die Condensation aus dem Saugrohre zu entnehmen, und die von der Luftpumpe ausgeworfenen Wasser direct dem Saugwindkessel zuzuführen. Auf Veranlassung der ausführenden Fabrik ist von dieser Einrichtung vor der Hand Abstand genommen, und saugt deshalb der Condensator durch ein besonderes Rohr *f*, sowie der Auswurf der Luftpumpe durch *g* wieder in den Sumpf geht. Die Wilhelmshütte wurde zu dieser Aenderung veranlasst, weil bei einer anderen Maschine sich in den Saugröhren der Pumpen durch Zuführung des erwärmten Wassers eine Art Kesselstein an den Rohrwandungen festsetzte, von welchem losgelöste Theile die Ventile stark angriffen.

Ueber der Maschine ist aus Eisenbahnschienen eine Art Laufkrahn construirt, um die Druckwindkessel leicht abheben zu können; dadurch werden die Ventile frei gelegt und lassen sich bequem nachsehen.

Die Druckhöhe der Pumpe beträgt 113^m; bei sehr schnellem Gange der Maschine stellt sich infolge der Wasserreibung in den Röhren und sonstiger Widerstände in denselben das Manometer auf 120^m, so dass die Widerstände einer Druckhöhe von etwa 7^m entsprechen.

Die Druckrohre haben $0^m{,}17$ Durchm. mit unten 20^{mm}, oben 15^{mm} Wandstärke.

Die Dampfrohre, welche von den Kesseln über Tage in einer Gesammtlänge von gegen 150^m nach der Maschine hingeführt werden, haben $0^m{,}15$ Weite und 13^{mm} Wandstärke; sie sind mit Schlackenwolle in sorgfältiger Weise eingehüllt. Es sind ferner an entsprechenden Stellen zwei Stopfbuchsen eingeschaltet, um die durch die Erwärmung der Dampfrohre hervorgerufenen Ausdehnungen zu compensiren. Die Röhrentour ist durch zahlreiche Führungen gegen seitliches Ausbiegen geschützt.

Bei der Abnahme der Maschine wurde ein Spannungsverlust des Dampfes von über Tage bis zur Maschine von $0^k{,}15$ pro Quadratcentimeter gemessen.

Das beim Anlassen der Maschine sich reichlich sammelnde Condensationswasser wird im Schachttiefsten durch einen Wassersack aufgenommen und aus diesem durch einen automatischen Condensationswasser-Ableiter entfernt.

Die Maschine besitzt Meyer'sche Expansionssteuerung. Der Condensator ist unter der Kreuzkopfführung angebracht; seitwärts von derselben liegt die doppeltwirkende Luftpumpe, deren Ventile aus Kautschukplatten bestehen.

Die Maschine besitzt ferner eine gekröpfte starke Kurbelwelle, auf deren einem Ende das Schwungrad sitzt, während sich an dem anderen die Antriebskurbel der Luftpumpe und die Steuerexcentriks befinden. Die Lager der Schwungradwelle, die Kreuzkopfführung, der Dampfcylinder und die Druckpumpe sind auf einem kräftigen gusseisernen Fundamentrahmen gelagert, so dass die ganze Construction eine sehr solide, compendiöse und doch leicht zugängliche geworden ist. —

Details der Maschine.

Die Maschine besitzt einige interessante und eigenthümliche Details, welche als wesentliche Verbesserungen in der Construction unterirdischer Wasserhaltungsmaschinen anzusehen sind. Dahin gehören z. B.

1) die Stopfbuchsen der Pumpen. Zu diesen ist nicht Hanfpackung, sondern eine Liderung aus Metall- und Lederscheiben verwendet. Geschmiert werden sie durch sogenannte Schmierpressen.

Die Stopfbuchsen haben sich sehr gut bewährt; sie halten absolut dicht, unterliegen nur sehr geringer Abnutzung, während der Plunger stets rein und blank arbeitet.

2) Die Pumpenventile. Jedes Ventil besteht aus einem grösseren Teller von Bronze, in welchem 18 kleine Ventilsitze mit eigenthümlich construirter oben liegender Führung für die Ventile eingeschraubt sind. Die Ventile sind flach, und haben conische Dichtungsfläche bei ganz geringem Hub, der im vorliegenden

Falle nur 6^{mm} beträgt. Vorkommenden Falls kann jedes einzelne Ventil nebst Sitz und Führung mit Leichtigkeit entfernt und durch ein neues ersetzt werden. Die Dichtung der Ventilsitze geschah durch flach untergelegte Bleiringe; diese bewährte sich allerdings nicht nach längerem Gebrauche, indem die Bleiringe nachgaben, und mussten durch ein anderes Material ersetzt werden. Vorläufig ist dafür ein in Firniss getränktes starkes Papier in Verwendung gekommen, für dessen Haltbarkeit die Erfahrungen indessen noch nicht zum Abschlusse gekommen sind. Auch das directe Einschrauben der Ventilsitze hat sich nach längerem Betriebe als nicht ganz zweckmässig herausgestellt, weshalb bei neueren Constructionen das Niederhalten der Sitze durch besondere Schrauben bewerkstelligt ist.

3) Die Windkessel-Füllapparate. Diese Apparate, den Civil-Ingenieuren **Riehn, Meinicke & Wolf** patentirt, haben den Zweck, die Luft in den Windkesseln, welche bekanntlich nach und nach aufgezehrt wird, beim Gange der Pumpe selbstthätig zu ersetzen. Für jeden Windkessel ist ein solcher Apparat vorhanden. Derselbe steht auf dem Pumpencylinder und kann gegen denselben durch einen gewöhnlichen Hahn abgesperrt werden.

Da der Apparat bereits, Bd. XX d. Z. S. 457, beschrieben und auf Taf. XX daselbst abgebildet ist, so kann eine Beschreibung desselben hier unterbleiben. Die Apparate haben sich sehr gut bewährt; sie liefern reichlich Luft in die Windkessel, und es kann das Luftquantum durch Stellung des Hahnes, welcher die Verbindung mit dem Pumpencylinder bewirkt, leicht regulirt werden.

Ein gleicher Apparat ist seit längerer Zeit bei einem anderen Pumpwerke derselben Grube in Verwendung und hat sich gleichfalls als vorzüglich erwiesen. Einen weiteren Nutzen haben diese Apparate bei Ingangsetzung der Maschine. Wird der Hahn auf dem Pumpencylinder ganz geöffnet, so saugt die Pumpe viel Luft und wenig Wasser, es füllen sich die Windkessel allmälig mit comprimirter Luft, und die Wassersäule des Steigrohres wird infolge dessen ohne jeden Stoss langsam aus der Ruhe in die erforderliche Geschwindigkeit übergeführt, wenn der Hahn langsam geschlossen wird.

Herstellung des unterirdischen Maschinenraumes.

Der für die Anlage der Maschine und ihre Fundamentirung geschaffene unterirdische Raum ist nach Art eines Tunnels ausgemauert, um ihn genügend widerstandsfähig gegen das unten am Schachte vorhandene sehr klüftige und druckhafte Gebirge zu machen.

Der Raum bedurfte einer lichten Länge von $12^{m},2$, einer Breite von $3^{m},7$, und einer lichten Höhe von etwa $5^{m},0$. Der zur Aufführung des gesammten Mauerkörpers ausgesprengte, leere Raum hatte $13^{m},5$ Länge, $4^{m},8$ Breite und $6^{m},4$ Höhe. Seine Herstellung verursachte infolge der ungünstigen Gebirgsbeschaffenheit nicht unbedeutende Schwierigkeiten, welche indessen doch glücklich und ohne jeden Unfall überwunden wurden.

Betriebsresultate.

Die Maschine wurde im Winter von 1875 auf 1876 aufgestellt und Mitte Februar 1876 ganz betriebsfähig. Am 20. desselben Monats wurde sie zuerst angelassen, arbeitete am 22. bereits 5 Stunden und war von da ab in regelmässigem Betriebe. In die Zeit vom 22. bis 27. Februar fallen verschiedene kleine Nachhilfen an den Lagern u. s. w., und von letzterem Tage ab wurde mit dem Registriren der Tourenzahlen begonnen.

Die Maschine war gerade zu einer Zeit in Gang gekommen, als das energische Thauwetter des Frühjahres 1876 die vom ganzen Winter her angehäuften grossen Schneemassen zum Schmelzen brachte, und den Gruben durch die starken Wasserzugänge die grössten und aussergewöhnlichsten Bedrängnisse verursachte.

Die alte Maschine wäre allein nicht im Entferntesten im Stande gewesen die Wasser zu wältigen, und es hätte die Gustavgrube schnell das Schicksal benachbarter Gruben — das Ersaufen — ereilt, wenn die unterirdische Maschine nicht alsbald so energisch hätte eingreifen können. Nachstehende, den Maschinenrapporten entnommene Tabelle giebt ein Bild von den Leistungen der Wasserhaltung auf Georgschacht während des Thauwetters und der Frühjahrsnässe des Jahres 1876 von Februar bis Mai.

Monat	Datum	Direct wirkende Maschine			Unterirdische Maschine				Bemerkungen
		Hubzahl pro Schicht	Tägliche Arbeitszeit	Doppelhübe pro Minute	Hubzahl pro Schicht	Tägliche Arbeitszeit	Umdrehungen pro Minute	Mittlere Kolbengeschwindigkeit pro Secunde	
Febr.	15	5329	18	5					
	16	5383	18	5					
	17	5132	18	$4\frac{3}{4}$					
	18	5160	18	$4\frac{3}{4}$					
	19	5898	20	$4\frac{3}{4}$					
	20	6055	21	$4\frac{3}{4}$					
	21	6865	22	5	—	—	—	—	Die Maschine angelassen.
	22	6225	21	5	—	5	—	—	Hübe nicht gezählt.
	23	5733	18	$5\frac{1}{4}$	—	6	—	—	
	24	5867	19	5	—	8	—	—	
	25	6353	20	$5\frac{1}{4}$	—	12	—	—	
	26	6951	21	$5\frac{1}{2}$	—	12	—	—	
	27	7053	22	$5\frac{1}{3}$	18774	$6\frac{1}{2}$	53	1,229	
	28	6959	21	$5\frac{1}{2}$	46935	15	53	1,229	
	29	6000	20	5	50623	20	42	0,974	
März	1	6144	20	5	58123	18	54	1,253	
	2	5187	17	5	79400	22	60	1,392	
	3	6270	21	5	73656	18	68	1,577	
	4	6449	21	5	57809	13	74	1,717	
	5	6470	22	$4\frac{3}{4}$	87035	24	$60\frac{1}{2}$	1,403	
	6	7870	24	$5\frac{1}{2}$	100050	24	70	1,624	
	7	7130	24	5	88700	22	67	1,554	
	8	6369	21	5	92450	24	64	1,485	
	9	6106	20	5	89780	24	62	1,440	
	10	6035	20	5	88755	24	$61\frac{1}{2}$	1,427	
	11	5589	19	5	92365	24	64	1,485	
	12	5479	19	5	84520	24	59	1,370	
	13	5310	19	5	82380	24	57	1,322	
	14	6510	22	5	70040	24	49	1,137	
	15–31	5568	20	$4\frac{2}{3}$	68658	22	$51\frac{1}{4}$	1,190	Wurde das Mittel der Monatszahlen genommen.
April	1—30	5077	17,8	4,8	57120	19,5	49	1,137	
Mai	1—7	3938	13	5	47050	14	56	1,299	

Aus der Tabelle erhellt, dass die Maschine seit dem 27. Februar in regelmässigem Betriebe ist, und dass während dieser Zeit die Tourenzahl zwischen 42 und 74 pro Minute variirt.

Dieselbe wurde versuchsweise öfters bis auf 107 gesteigert, entsprechend einer mittleren Kolbengeschwindigkeit von $2^{m},481$ pro Secunde, doch war der Gang der Maschine und Pumpen bei dieser bedeutenden Kolbengeschwindigkeit ebenso gut und ruhig wie bei geringeren Geschwindigkeiten.

Bei Abnahme der Maschine wurde die Geschwindigkeit von 12 Umgängen pro Minute bis auf 107 Umgänge pro Minute gesteigert; es lässt sich ihre Leistungsfähigkeit somit den weitesten Grenzen anpassen.

Messungen mit dem Thermometer ergaben im Maschinenraum eine mittlere Temperatur von $+ 17,5^{0}$ R. Dieselbe wird auf dieser mässigen Höhe durch einen sehr wirksamen Luftabzugscanal von etwa $1^{m},5$ Durchm., welcher in der Längenmitte des Raumes, aber seitlich vom Gewölbescheitel liegt, fast unverändert erhalten.

Die am 15. Mai vermittelst Wasserkasten angestellte genaue Ermittelung der pro Hub gehobenen Wassermenge ergab ein Quantum von $0^{cbm},01643$ oder pro Umdrehung $= 0^{cbm},03286$, welche Wassermenge in nachstehender Weise gefunden wurde:

Der zur Messung benutzte Kasten hatte eine Länge von $4^{m},195$, eine Breite von $2^{m},32$ und eine Höhe von $0^{m},527$, die letztere gemessen von Oberkante der zur Ausgleichung der Bodenunebenheiten gelassenen Wasserschicht bis zu einem an der Seitenwand angebrachten Ueberfalle. Ein unter den Ausguss des Steigrohres der unterirdischen Maschine untergeschobenes Gerinne leitete das gehobene Wasser so lange in den Abflussgraben, bis Alles zur Messung vorbereitet war, und die Maschine ganz regelmässig arbeitete. Als alle Vorbereitungen getroffen waren, wurde das untergeschobene Gerinne momentan zur Seite gerissen, so dass alles gehobene Wasser dem Messkasten zufloss. Die Maschine arbeitete mit 76 Umdrehungen pro Minute.

Um den Kasten bis zum Ueberfalle zu füllen, waren gerade 159 Umläufe nöthig; der Inhalt des Kastens beträgt $5^{cbm},226$, so dass pro Umdrehung wie oben angegeben $0^{cbm},03286$ Wasser von der Maschine gehoben wurden.

Nach genauer Messung beträgt der Hub der Maschine 696^{mm}, der Durchmesser des Plungers 175^{mm}, so dass das pro Doppelhub beschriebene Plungervolumen $= 0^{cbm},0333$ ist. Hieraus berechnet sich der Wirkungsgrad der Pumpen zu 99 pCt., welches Resultat jedenfalls dafür spricht, dass die Ventile vollkommen dicht abschliessen.

Die Maschine arbeitet jetzt mit $\frac{1}{4}$ Cylinderfüllung und zwar bei einer Dampfspannung von $3\frac{2}{5}$ Atm. Ueberdruck, gemessen an der Maschine, jedoch vor dem Sperrventile, welches noch ziemlich stark gedrosselt ist.

Die Betriebsresultate der unterirdischen Maschine sind so günstig, dass dadurch die Zweckmässigkeit auch der eincylindrigen Maschine für unterirdischen Betrieb in vollstem Masse erwiesen ist. Die Anwendung einer zweicylindrigen Maschine, oder besonders einer solchen mit drei Cylindern für die gleiche Wassermenge, hätte auf jeden Fall zu einer complicirten Construction und infolge dessen auch zu einer schwierigen Wartung und Instandhaltung Veranlassung gegeben. Ausserdem wäre aber namentlich mit der dreicylindrigen Maschine der grosse Nachtheil verbunden gewesen, dass durch die erheblich grösseren Wärmeausstrahlungsflächen der Dampfcylinder u. s. w. die Temperatur im Maschinenraume erheblich erhöht worden wäre.

Dies letztere veranlasst aber Uebelstände, welche sehr nachtheilig die Verwendung unterirdischer Maschinen beeinflussen.

Ueber die Roheisen- und Eisenerzeugung mit Anwendung von Braunkohle.*)

Von **F. Kupelwieser,** Director der k. k. Bergakademie in Leoben.

Bei der Erzeugung von Roheisen, Stahl oder weichem Eisen in Flammöfen direct aus Erzen, unter Anwendung von Braun-, ja selbst auch von Steinkohlen, machten sich der Hauptsache nach folgende Schwierigkeiten, wenn wir von den ökonomisch ungünstigen Resultaten vorläufig absehen wollen, geltend.

Die bei dieser Arbeit erzeugten Schlacken sind überwiegend reich an Eisenoxydaten, weshalb einerseits das Eisenausbringen ein nicht entsprechendes ist, andererseits aber die Zustellungsmaterialien des Ofens so stark angegriffen werden, dass es schwer ist, den Oefen eine solche Dauer zu geben, dass der Betrieb ununterbrochen fortgeführt werden kann, und die Kosten für die Ofenerhaltung nicht zu hoch werden.

Ein zweiter Uebelstand besteht darin, dass es wenigstens bis jetzt noch nicht gelungen ist, die Producte schlackenfrei zu erhalten. Das erzeugte Eisen wurde meist in Form von Luppen erhalten, welche innig von so viel Schlacken durchdrungen waren, dass ein vollständiges Auspressen der Schlacken selbst unter kräftigen Hämmern nicht gelang. Die Folge davon waren äusserst faulbrüchige, unbrauchbare Producte, wie dies auch aus den in der „Oesterr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenw.“, 1874, No. 39 bis 41, veröffentlichten Berichten des Hrn. Kerpély über Versuche erhellt, welche mit Vayda-Hunyader Erzen in den Sample-Steel-Works zu Birmingham unter der Leitung von Siemens durchgeführt wurden.

Wie viel Schlacken die erzeugten Luppen noch enthalten, ist am leichtesten aus dem über 50 pCt. betragenden Schweisscalo, welchen dieselben nach den angeführten Versuchen ergaben, zu entnehmen.

Die auf diese Weise erzeugten Eisenstäbe waren aber ebenfalls noch hadrig, unganz und faulbrüchig.

*) Mit Genehmigung des Verf. dem „Berg- und hüttenm. Jahrbuch“, 1876, S. 238, entnommen.

In den Schlacken waren 30 bis 40 pCt. des in den Erzen enthaltenen Eisens aufgenommen, und stieg dieser Verlust bei einzelnen Chargen selbst bis auf 70 pCt.

Dieser Uebelstand wird vielleicht etwas geringer, wenn man sogenannte schlackenfreie Erze zur Verfügung hat, und wenn man entweder schliesslich etwas Roheisen in den Flammofen einträgt, um die Eisenpartikelchen besser anzusammeln und von Schlacke zu trennen, oder wenn man das auf diese Weise erzeugte Eisen als Material für den Martinprocess benutzt, indem man dasselbe im flüssigen Roheisen aufschmilzt.

Aus dem eben Angeführten geht ebenso wie aus dem Berichte des General-Director v. Frey („Oesterr. Zeitschrift", 1875, No. 12) unzweifelhaft hervor, dass die Reduction der Erze entweder nicht vollständig erfolgte, oder dass das bereits reducirte Eisen durch die Verbrennungsproducte der Brennmaterialien bei dem darauf folgenden Einschmelzen oder Erhitzen wieder oxydirt werde.

Wenn es dem Verfasser auch bis jetzt noch nicht möglich ist, die Bedingungen, unter welchen eine vollständige Reduction der Erze im Flammofen angeht, unter welchen die Reoxydation des erzeugten Eisenschwammes vermieden werden kann, endgiltig festzustellen, so ist es doch möglich, aus folgenden Betrachtungen einige Schlüsse zu ziehen.

L. Lowthian Bell hat in seiner Arbeit über die Entwickelung und Verwendung der Wärme in Eisenhohöfen sehr interessante Studien über den Einfluss verschiedener Gemenge von Kohlenoxydgas und Kohlensäure bei verschiedenen Temperaturgraden auf geröstete Erze und in Wasserstoff reducirtes Eisen veröffentlicht. Es sollen in kurzem Abrisse die Resultate dieser Versuche hier angeführt werden.

1. Versuchsreihe.

Vollkommen geröstete Erze von Cleveland wurden, um den reducirenden Einfluss eines Gasgemenges von Kohlenoxyd und Kohlensäure bei niederer Temperatur zu studiren, mit Gasen von untenstehender Zusammensetzung behandelt, und dabei folgende Resultate erhalten.

	1. Versuch	2. Versuch	3. Versuch	4. Versuch
Zusammensetzung der Gase in Volumprocent.				
Kohlensäure	83	65	69	97,1
Kohlenoxydgas . . .	14	2,5	31	2,5
Luft zufällig anwesend	3	32,5	Spur	0,4
Summa	100	100	100	100
Temperatur	Zinkschmelzhitze	Zink schmilzt langsam	Zink schmilzt rasch, schwach Rothglühhitze	Rothglühhitze
Verwendetes Gasgemenge (Liter) .	2	3	1,25	5
Verwendete Erze in Gramm	135,55	144,9	112,34	67,45
Dauer des Versuches in Stunden	0,5	1,0	1,5	1
Gewichtsverlust durch Reduct. in pCt.	der verwendeten Erze 1,0	des Sauerstoffes in den Erzen 0,1	2,0	50,0

Aus diesen vier Versuchen erhellt unzweifelhaft, dass eine Reduction der Erze durch Kohlenoxydgas selbst dann noch erfolgt, wenn eine bedeutende Menge von Kohlensäure oder Luft vorhanden ist, sobald die Temperatur nicht höher als bis zur beginnenden Rothglühhitze gesteigert wird.

2. Versuchsreihe.

Aus gerösteten Erzen von Cleveland oder aus Eisenoxyd durch Wasserstoff reducirtes Eisen wurde bei verschiedenen Temperaturen dem Einfluss verschieden zusammengesetzter Gase ausgesetzt, wobei man folgende Resultate erhielt:

	5. Versuch	6. Versuch *)	7. Versuch	8. Versuch
Zusammensetzung der Gase nach Volumprocent.				
Kohlensäure	46,6	100,0	84,5	27,2
Kohlenoxydgas . . .	51,3	—	13,7	71,1
Luft zufällig anwesend	2,1	—	1,8	1,7
Summa	100	100	100	100
Temperatur	Zinkschmelzhitze	Rothglühhitze dunkel	hell	hell
Verwandtes Gasgemenge in Liter .	?	?	3	3
	Im Wasserstoff reducirte Cleveland-Erze	Aus Eisenoxyd durch Wasserstoff reducirt	Mit Wasserstoff reducirte Cleveland-Erze	Mit Wasserstoff reducirte Cleveland-Erze
Verwendet in Gramm	41,89	?	94,23	52,70
Dauer der Versuche in Stunden	0,5	?	0,75	0,5
Gewichtszunahme durch Oxyd. in pCt.	2,84	?	8,56	0,63

Aus dieser Versuchsreihe geht hervor, dass metallisches Eisen um so rascher auf Kosten des Sauerstoffes der Kohlensäure oxydirt wird, je höher die Temperatur ist, wobei Kohlensäure zerlegt wird, dass aber diese Wirkung weniger grell hervortritt, wenn ein bedeutender Ueberschuss von Kohlenoxydgas gleichzeitig vorhanden ist, wie dies beim 8. Versuch der Fall ist.

3. Versuchsreihe.

Mit Hilfe von Wasserstoff reducirte Clevelanderze wurden bei verschiedener Temperatur längere Zeit mit einem Gasgemenge von Kohlensäure und Kohlenoxydgas behandelt, um diejenige Zusammensetzung der Gase zu ermitteln, bei welcher bei gegebener Temperatur der neutrale Punkt erreicht wird.

Beim Versuch 9 war die Zusammensetzung der 1l,5 in Anwendung gekommener Gase folgende:

Kohlensäure . .	36,9	Volumprocente
Kohlenoxydgas .	59,7	- -
Luft	3,4	- -
	100,0	Volumprocente.

Dieses Gasquantum wurde bei heller Rothglühhitze während 14½ Stunden, pro Stunde 10mal mit Hilfe von Quecksilber-Gasometern über 119g,7 reducirter Clevelanderze vor- und rückwärts geleitet, nach welcher Zeit

*) Das Gemenge der Gase enthielt 5 bis 40 pCt. Kohlenoxydgas, je nach der Geschwindigkeit, mit welcher das Gas durchströmte.

das Gewicht der reducirten Erze nur um 1,67 pCt. zugenommen hat, daher der Einfluss des erzeugten Eisenoxyds vernachlässigt werden kann, während sich in den Gasen das Verhältniss von Kohlensäure und Kohlenoxydgas wie 31 zu 69 stellte; d. h. bei dem eben angeführten Verhältniss scheint für helle Rothglühhitze der neutrale Punkt, in welchem weder eine weitere Oxydation noch eine Reduction stattfindet, erreicht worden zu sein.

Um nun diesen neutralen Punkt auch für Weissglühhitze zu ermitteln, wurde ein 10. Versuch durchgeführt.

Bei Beginn dieses 5 Stunden lang dauernden Versuches war die Zusammensetzung der Gase folgende:

Kohlensäure	36,5
Kohlenoxydgas	63,2
Luft zufällig anwesend . .	0,3
	100,0

nach Vollendung des Versuches

Kohlensäure	10,0
Kohlenoxydgas . . .	89,2
nebst einer Differenz von	0,8 voraussichtlich Stickstoff
	100,0 pCt.

d. h. der neutrale Punkt wird bei Weissglühhitze dann erreicht, wenn in dem Gasgemenge, abgesehen von solchen Gasen, welche keinen oxydirenden oder reducirenden Einfluss, wie Stickstoff, ausüben, ein Verhältniss der Kohlensäure zum Kohlenoxyd wie 10 zu 90 vorhanden ist.

Es handelt sich nun darum, zu untersuchen, ob die Generatorgase aus Braunkohlen diesen Bedingungen zu entsprechen vermögen.

Leider existiren in dieser Richtung nur sehr wenige Analysen, und die vorhandenen sind meist unvollständig, weil auf die Bestimmung des Wasserdampfes, des Wasserstoffes und der Kohlenwasserstoffgase u. s. w. keine Rücksicht genommen wurde, obwol diese letzteren zweifellos einen nicht unbedeutenden Einfluss auf Eisen ausüben werden, besonders wenn es in feinzertheiltem Zustande und hoher Temperatur der Einwirkung derselben ausgesetzt wird.

Scherer führt in seiner Metallurgie auf S. 350 und 351 Analysen von Generatorgasen an, berücksichtigt jedoch nur Gase, welche aus Holzkohlen, Coks, Holz oder Torf erzeugt wurden.

Diese Generatorgase haben im Mittel aus mehreren Versuchen dem Volumen nach folgende Zusammensetzung:

	Generatorgase erzeugt aus			
	Holzkohle	Holz	Torf	Coks
Stickstoff . .	63	50,11—49,97	61,47	64,14
Kohlensäure .	0,51	7,23—13,20	9,06	0,85
Kohlenoxydgas	33,29	32,40—18,98	21,88	33,53
Wasserstoff .	2,79	10,26—17,85	7,62	1,48
	100	100 — 100	100	100

Ueber die Zusammensetzung von Generatorgasen, welche aus Braunkohlen erzeugt werden, stehen dem Verfasser augenblicklich nur jene Analysen zur Verfügung, welche in den letzten Monaten mit Hilfe eines Orsat'schen Apparates auf der Hütte der Innerberger Hauptgewerkschaft zu Donawitz bei Leoben ausgeführt wurden, und welche somit nur den Gehalt an Kohlensäure, Kohlenoxydgas und überschüssigem Sauerstoff, nicht aber den Gehalt von Wasserdampf, freiem Wasserstoff und Kohlenwasserstoffverbindungen angeben.

Versuchs-No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Stückkohl.-Generator		Grobgries	Feingries										
									zu heisser Gang der Generatoren			25 Zoll dicker Brennstoff		
												mit Dampf	ohne Dampf	
Kohlensäure . .	3,25	3,20	8,6	3,75	9,37	8,0	7,0	4,5	7,0	7,35	7,07	14,0	11,0	0,9
Kohlenoxydgas .	27,50	27,70	14,0	20,25	13,75	19,51	19,4	20,0	23,0	22,22	23,23	13,6	16,6	19,0
Sauerstoff	—	—	0,4	—	5,00	1,2	1,5	0,5	—	—	Spur	0,4	0,4	0,1

Aus diesen Analysen soll das Verhältniss der Kohlensäure zum Kohlenoxydgas berechnet werden, um die Gase bezüglich ihrer Zusammensetzung und Verwendbarkeit für den eingangs erwähnten Zweck beurtheilen zu können, indem für helle Rothglühhitze der Gehalt an Kohlensäure = 31, für Weissglühhitze = 10 gesetzt wird. Für diese beiden Fälle ist das Verhältniss von Kohlensäure zu Kohlenoxyd folgendes:

Bei heller Rothglühhitze. Neutrales Verhältniss der Kohlensäure zum Kohlenoxydgas = 31 : 69. Werth von Kohlenoxydgas, wenn Kohlensäure = 31 gesetzt wird, in den obigen 14 Fällen der Reihe nach gleich 262,3, 269,2, 50,40, 170,2, 44,8, 75,6 85,9, 137,0, 101,8, 93,4, 101,8, 30,0, 46,8, 65,40.

Bei Weissglühhitze. Neutrales Verhältniss: Kohlensäure zu Kohlenoxydgas = 10 : 90. Werth von Kohlenoxydgas, wenn Kohlensäure = 10 gesetzt wird, der Reihe nach gleich 84,6, 86,5, 16,2, 53,9, 14,7, 24,4, 27,7, 44,4, 32,8, 30,2, 32,8, 9,7, 15,1, 211,1.

Aus diesen Analysen und den daraus abgeleiteten Verhältnisszahlen kann man, wenn man auf den Einfluss der schon früher erwähnten, in den Gasen vorhandenen, aber nicht bestimmten Gase und Dämpfe keine Rücksicht nimmt, folgende Schlüsse ziehen:

1) Die Zusammensetzung der gewöhnlich in Anwendung gebrachten Generatorgase aus Braunkohlen scheint ziemlich schwankend zu sein, und es ist im Verhältniss zum vorhandenen Kohlenoxydgas ziemlich viel, auf jeden Fall aber mehr Kohlensäure vorhanden, als nach Scherer's Bestimmungen in den aus Holzkohlen oder Coks erzeugten Gasen.

2) Bei heller Rothglühhitze werden diese Gase, mit

Ausnahme der Fälle 3, 5 und 13, kräftig reducirend auf Eisenerze einwirken.

3) Steigt jedoch die Temperatur bis zur hellen Weissglühhitze, so ist die Zusammensetzung der Gase nur im Fall 14 eine derartige, dass eine Reoxydation des fein vertheilten Eisens verhindert würde. Bei den nächstgünstig zusammengesetzten Gasen, in den Fällen 1 und 2, wird dies nur schwer oder vielleicht auch gar nicht mehr möglich sein.

Nach der von Scherer gegebenen Zusammensetzung von Generatorgasen würden nur die aus Holzkohlen und Coks erzeugten entsprechen, während die aus Holz und Torf gewonnenen nicht die erforderliche Menge Kohlenoxydgas im Verhältniss zur Kohlensäure besitzen.

Dass diese Reductionen auch mit den Erfahrungen, welche in der Praxis erhalten werden, übereinstimmen, kann daraus ersehen werden, dass ein selbst vollkommen dichter Eisenstab sich bei einer höheren Temperatur in einem Schweissofen mit einer Oxyduloxydschicht überzieht, auch wenn eine möglichst neutrale oder rauchige Flamme vorhanden, und die Zeit der Einwirkung eine längere ist.

Da bei der directen Eisenerzeugung die Schlusstemperatur möglichst hoch sein soll, um eine thunlichst vollständige Trennung des feinvertheilten Eisens von der Schlacke sowie eine Vereinigung der Eisenpartikelchen zu erzielen, so dürfte es nach dem Vorhergehenden ziemlich schwer fallen, mit den gegenwärtig zur Verfügung stehenden Mitteln aus rohen Braunkohlen Gase von vollkommen entsprechender Zusammensetzung zu erzeugen. Diese Schwierigkeit wird aber noch dadurch wesentlich erhöht, dass die aus Braunkohlen oder Ligniten erzeugten Gase infolge des oft sehr bedeutenden Wassergehaltes dieser Brennmaterialien einen meist grösseren Gehalt an Wasserdämpfen besitzen, welche auf fein vertheiltes Eisen bei hoher Temperatur oxydirend einwirken werden.

Die Verwendung von gedarrten oder früher verkohlten Braunkohlen zur Gaserzeugung, um diesen Uebelständen zu entgehen, dürfte kaum zu ökonomisch günstigen Resultaten führen.

Verändert werden aber die eben besprochenen Verhältnisse ohne Zweifel noch dadurch, dass die Generatorgase noch freien Wasserstoff, Kohlenwasserstoffverbindungen u. s. w. enthalten.

Der Einfluss, den solche Gasgemenge, bestehend aus Kohlensäure, Kohlenoxydgas, Wasserstoff, Kohlenstoffverbindungen u. s. w. bei verschiedenen Temperaturen auf Eisenoxyd und fein vertheiltes metallisches Eisen ausüben, scheint durch directe Versuche noch nicht vollständig festgesetzt zu sein.

Ebenso unterliegt es keinem Zweifel, dass bei den hohen in diesem Falle in Anwendung zu bringenden Temperaturen die Dissociation einen nicht unbedeutenden Einfluss auf die Reductionsverhältnisse ausüben wird.

Nach dem eben Angeführten dürfte es ungleich leichter sein, mit Hilfe von Braunkohlengasen das Eisen in den Erzen unter gleichzeitiger Beimengung eines festen Brennmaterials (welches ebenfalls Braunkohle sein kann) zu reduciren, als die Reoxydation des Eisens beim nachträglichen Erhitzen (Zusammenschweissen oder Schmelzen) gänzlich zu verhindern.

Es würde daher die Frage sehr nahe liegen, ob man nicht denjenigen Theil der Arbeit, der sich verhältnissmässig leicht mit Braunkohlengasen durchführen liesse, von jenem trennen solle, für welchen die Zusammensetzung der Generatorgase aus Braunkohlen weniger zu entsprechen scheint, d. h. ob es nicht vortheilhafter wäre, die Reduction und die Schmelzung zu trennen? In welcher Weise die Trennung praktisch durchgeführt werden kann, um ökonomisch vortheilhafte Resultate zu erreichen, ob zum Einschmelzen nicht zweckmässiger Schachtöfen zu verwenden wären, das sind Fragen, welche nur durch Versuche im Grossen erledigt werden können. Nur zur Erläuterung soll erwähnt werden, dass z. B. bei den Hohöfen in Eisenerz von der im Hohofen verwendeten Wärmemenge nur 23 bis 25 pCt. zum Schmelzen des Roheisens und der Schlacke, hingegen zur Reduction mehr als 50 bis 55 pCt. verwendet werden. Es wäre somit schon ein Vortheil, wenn man die Arbeit der Reduction durch Braunkohlen verrichten könnte.

Wenn man aber schon davon absehen will, die ganze Arbeit der Eisenerzeugung mittelst Braunkohlen durchzuführen, so drängt sich unmittelbar der Gedanke auf, ob es nicht, da die Ausnutzung des verwendeten Brennmaterials in Schachtöfen weitaus am vortheilhaftesten erfolgt, wie dies aus Gruner's Arbeit „Ueber Ausnutzung der Wärme bei Hüttenprocessen" („Oesterr. Zeitschrift", 1876, No. 8; Bd. XX d. Z. S. 544) zu entnehmen ist, auch in diesem Falle zweckmässiger wäre, die Braunkohlen im Schachtofen zur Eisenerzeugung heranzuziehen. Dass dies möglich sei, haben die in Zeltweg und Prävali ausgeführten Versuche nachgewiesen, indem es, ohne Aenderungen an der Ofenconstruction vorzunehmen, gelang, mehr als ein Drittel des Coks durch Braunkohlen zu ersetzen, nicht etwa für kurze Zeit, sondern bei ganz currentem Betriebe.

Es scheint kaum zweifelhaft, dass man bei entsprechenden Aenderungen an der Hohofeneinrichtung mehr als die Hälfte der zur Roheisenerzeugung verwendeten Brennstoffmenge durch Braunkohlen ersetzen könne. Ebenso scheint es nach dem gegenwärtigen Stande der Versuche zweifellos, dass man auf diese Weise auch die ökonomisch vortheilhaftesten Resultate erzielen dürfte.

Eingewendet kann allerdings werden, dass man in diesem Falle ja wieder den Umweg machen, Roheisen erzeugen und dieses dann verfrischen muss, während man ja auf die directe Eisenerzeugung hinarbeiten wolle.

Die directe Eisenerzeugung aus Erzen nach Siemens' Project liefert nach den bisher erhaltenen Resultaten ein schlackiges, unganzes, zur unmittelbaren Verwendung unbrauchbares Product, welches beim Schweissprocess meist nahe 50 pCt. Abgang erleidet,

um dann noch ein faulbrüchiges, wenig werthvolles Product zu geben. Bessere Producte dürfte man erhalten, wenn man die Luppen Siemens' als Rohmaterial für den Martinprocess verwenden würde; allein in diesem Falle ist ebenfalls Roheisen erforderlich.

Es soll nun noch der von Blair angewendete Process mit einigen Worten besprochen werden.

Er schlägt den Weg ein, den Chenot vor etwa 20 bis 25 Jahren betreten hat. Er reducirt die Erze in einem Schachtofen, welche Arbeit ohne Weiteres unter Anwendung von Braunkohlen durchgeführt werden kann, und schmilzt die reducirten Erze in einem Flammofen ein, welche Arbeit sich also auch mit Braunkohlen ausführen lässt.

In wie weit dies gelingt, ist aus den letzten Nachrichten nicht zu entnehmen, und es muss auffallen, dass der Process bis jetzt nicht rascher an anderen Orten eingeführt wurde, wenn die zuerst veröffentlichten Betriebsresultate verlässlich und leicht zu erreichen waren. Ohne Zusatz von Roheisen beim Einschmelzen dürfte aber auch hier kaum ein brauchbares Product erhalten werden.

Nach all dem Angeführten dürfte es noch immer am ökonomisch vortheilhaftesten sein, beim Hohofenprocess darauf hinzuarbeiten, möglichst viel Coks oder Holzkohle durch Braunkohlen zu ersetzen und das auf diese Weise erzeugte Roheisen unmittelbar dem Bessemerprocess zuzuweisen, um in etwa 30 Minuten nach erfolgtem Eisenabstich ein vollkommen flüssiges schlackenfreies Product von jeder beliebigen Härte zu erhalten, welches nach dem Guss so vollkommen dicht und gleichförmig erscheint, wie es eben nur Producte sein können, welche flüssig waren und gegossen wurden. Diese letztere Arbeit kann nun ebenfalls überwiegend mittelst Braunkohlen, welche man zur Kesselheizung verwendet, durchgeführt werden.

Wassergewinnung für die Wasserleitung der Stadt Aachen.

Vom Markscheider **Siedamgrotzky** in Aachen.

(Vorgetragen in der Versammlung des Aachener Bezirksvereines vom 10. Januar 1877.)

Ich bin dem an mich gerichteten Wunsche, über den Stand der hiesigen Wasserleitungsarbeiten zu referiren, gern und namentlich aus dem Grunde gern nachgekommen, weil ich eine offene Darlegung dieser für die Stadt Aachen so wichtigen Angelegenheit nur als im Interesse des ganzen Unternehmens liegend annehmen kann.

Wenn die Stadt Aachen bisher in Bezug auf Wasserversorgung von mancher anderen minder bedeutenden Stadt überflügelt wurde, so hat dies seinen Grund in der Schwierigkeit der Wasserbeschaffung, da weder Flusswasser vorhanden ist, noch Pumpbrunnen angelegt werden können, und die meisten der in der Nähe vorhandenen Quellen bereits der Stadt zugeführt sind. Es hat dies seine Begründung in der örtlichen Lage. In einem Kesselthale liegend wird Aachen rings von 100 bis 200 ^{m} hohen Hügelrücken eingeschlossen, deren sämmtliche Zuflüsse den vorhandenen Bächen, der Wurm, Ponnelbach, Paubach, Johannisbach, Bever, Gillesbach Haarener und Wildbach zugehen und mit ihrem Gesammtquantum von etwa 300 000 Cubikfuss in 24 Stunden in der ausgedehntesten Weise ausgenutzt werden. Obgleich nun ausser diesen stabilen Zuflüssen noch eine ganz bedeutende Anzahl Privatbrunnen vorhanden ist, so ist das Bedürfniss für die Beschaffung eines guten Wassers durch die ausserordentlich vermehrte Industrie ebenso wie durch die, wol vielfach durch eine mangelhafte Canalisation hervorgerufene Verschlechterung des Trinkwassers schon lange anerkannt worden und schon lange Gegenstand der ernstesten Sorge der städtischen Verwaltung gewesen.

Es ist in dieser Beziehung der städtischen Verwaltung eine Menge Vorschläge zur Versorgung der Städte Aachen und Burtscheid mit dem nöthigen Wasserquantum von Privaten und Gesellschaften unterbreitet worden, die hier nur kurz erwähnt werden sollen, bezüglich deren näherer Beschreibung ich auf den im Jahre 1866 herausgegebenen, von Hrn. Ign. Beissel redigirten Bericht der Wasserleitungs-Commission verweise, der alle diese Entwürfe in der eingehendsten Weise behandelt.

Die ersten Projecte waren solche, die auf eine Gewinnung des Wassers aus dem in nächster Nähe von Aachen gelegenen Sand- und Mergelgebirge abzielten und zwar:

1) Project Hammurtham & Piddington, welche vorschlugen, die an den umgebenden Höhen vorbrechenden Wasser in Reservoiren zu sammeln und aus diesen zur Vertheilung zu bringen.

2) Project Docwra & Grissel, nach welchem die Benutzung der Quellen bei Schönthal, am Aachener Walde und bei Seffent vorgeschlagen wurde.

3) Project Moore, welches die Auffangung der Quellen am Südabhange des Aachener Waldes und Herüberheben des Wassers über die Höhe durch Maschinen beabsichtigt und endlich

4) Project Klinkenberg, nach welchem durch Abteufen von Schächten im Mergel bei Lemiers und Pumpen des Wassers bis auf den Orsbacher Berg der Stadt das nöthige Wasserquantum geliefert werden sollte.

Von vorn herein wurde gegen alle diese Projecte der begründete Einspruch erhoben, dass dieselben entweder ganz oder theilweise auf eine veränderte Zuführung solcher Wasser beruhen, die bereits in den vorhandenen Bächen und künstlichen Wasserleitungen von den Einwohnern Aachens und Burtscheids benutzt

werden, sei es durch Aufstauen der Bachquellen, wie im Project 1) und 2) oder durch künstliches Heben der Grundwasser wie im Project 3) und 4). Im letzteren Falle war bei dem im Allgemeinen vorherrschenden nördlichen Einfallen der Schichten der Kreide, die im Norden und Westen von Aachen in bedeutender Mächtigkeit anstehend, bisher die schönsten Wasser liefern, eine Abtrocknung in indirectem Wege zu befürchten.

Weitere zwei Vorschläge beruhten auf Gewinnung und Zuleitung der Wasser des Veens und zwar nach dem ersten Projecte Donkier durch Einrichtung einer Thalsperre kurz oberhalb des Dorfes Vicht (ähnlich der jetzt für die Stadt Verviers ausgeführten Gileppe-Wasserleitung), die Zuflüsse des Vichtbaches und seiner Nebenbäche aufzustauen. Bei einer Länge des Thales von etwa 5000 Fuss und einer Breite von etwa 1000 Fuss würde durch eine Aufstauung von 1000 Fuss Höhe ein Bassin von 300 bis 400 Millionen Cubikfuss Inhalt gebildet, welches zur Versorgung der Stadt sowie zur Regulirung der Zuflüsse für die Mühlenbesitzer des Baches mehr als ausreichen würde; auch hatte der vorgeschlagene Punkt den Vortheil hinreichender Höhe gegen Aachen, da die Wasser von der Sohle des Bassins aus mittelst gemauerten Aquäducten und durch einen die Wasserscheide zwischen Wurm und Vichtbach durchquerenden Stolln mit natürlichem Gefälle selbst den höchstgelegenen Theilen der Stadt zugeleitet werden konnten.

Abgesehen von den grossen Kosten und Schwierigkeiten, die die Ausführung dieses Projectes hervorrufen würde, — es müsste beispielsweise das ganze Vicht-Zweifaller Thal expropriirt werden — wurde dasselbe jedoch hauptsächlich aus dem Grunde verworfen, weil das Wasser der sich bei Zweifall vereinigenden Bäche kein gutes Trinkwasser sein dürfte, und bei dem schon beim ruhigen Fliessen nachgewiesenen bedeutenden Gehalte von organischen Substanzen (0,3 in 10 000 Theilen Wasser) auch sonst alle Eigenschaften fehlen, die es für den täglichen Gebrauch der Bevölkerung empfehlenswerth machen könnten.

Das zweite ähnliche Project des Hrn. Gallopin bezweckte die Ansammlung verschiedener bei der Melioration des Veens gefundener Quellen, die nach Angabe des mit der Ausführung dieser Arbeiten betrauten Wiesenbaumeister Hector in ziemlich grosser Anzahl und Stärke bei guter Qualität des Wassers aufgefunden waren. Eine von der städtischen Commission im August 1865 vorgenommene genaue Untersuchung an Ort und Stelle fand jedoch nirgends die angegebenen Quellen, sondern nur Tümpel und Lachen mit trüben sumpfigen Wassern, so dass man wol zu der Annahme berechtigt war, dass die angegebenen Quellen nur in der nassen Jahreszeit bei Schneeschmelzen und Regen wirklich vorhanden sein werden. Es versteht sich von selbst, dass bei derartigen Verhältnissen, auch abgesehen davon, dass diese Wasser, die meistens den Rasentorfen entfliessen, von sehr schlechter Qualität sein werden, an ein näheres Eingehen auf dieses Project nicht gedacht werden konnte.

Auch ein weiterer Vorschlag, der zur Alimentirung der Städte Aachen und Burtscheid die Benutzung der Wasserzuflüsse der Steinkohlengruben des Wurm-Kohlenbeckens proponirt, fand keinen Anklang. Wenn auch durch den schon lange Jahre hindurch betriebenen Bergbau in den dortigen Gruben ein tägliches Quantum von etwa 200 000 Cubikfuss nachgewiesen war, so konnte doch nicht unberücksichtigt bleiben, dass diese Wasser eigentliche Grubenwasser sind, die durch eine tägliche Belegschaft von etwa 2000 Bergleuten und gegen 100 Pferden, jedenfalls bei der grossen Tiefe der dortigen Gruben und dem damit verbundenen schwierigen Ausfahren der Belegschaft in hohem Grade verunreinigt werden: auch das Vorkommen des Schwefelkieses in den Schichten des Kohlengebirges und die leichte Zersetzung desselben durch damit in Verbindung tretende Wasser war nicht ausser Acht zu lassen, da für den Hauptheil der Aachener Industrie, die Tuchfabrikation, eisenhaltige Wasser wenig geeignet sind.

Erst durch das Project des Hrn. Bergmeister Baur zu Eschweiler wurde die Aufmerksamkeit auf die Benutzung der Wasser aus den Kohlenkalken hingelenkt.

Es ist nicht zu leugnen, dass man im Allgemeinen für eine Benutzung von kalkhaltigen Wassern, als welche entschieden die Zuflüsse aus den Kalkgebirgen anzusehen sind, nicht sehr eingenommen ist, da gewöhnlich als ein Hauptvortheil der Wasserversorgung grösserer Städte mit filtrirtem Flusswasser mit Recht die relative Reinheit bezw. Weichheit des letzteren hervorgehoben wird, was sich aus der geringen Beimengung von schwefelsaurem und kohlensaurem Kalk erklärt. Es ist dies allerdings bei einer Verwendung zum Kochen, Waschen, Färben, Spülen und Kesselspeisen ein unverkennbarer Vortheil gegen die härteren Quellwasser, namentlich wenn deren Kalkgehalt bedeutend ist. Indessen ist auch der Kalkgehalt der aus dem Kalkgebirge entspringenden Wasser ein sehr relativer, und wenn derselbe nur unbedeutend ist, so ist auch die Anwendung dieses Wassers zu den oben angeführten häuslichen und gewerblichen Zwecken nicht ausgeschlossen. Da nun der Kalk meist als kohlensaurer und nicht als schwefelsaurer Kalk in diesen Wassern und ebenfalls in unbedeutendem Grade in den hiesigen Quellen des Kalkgebirges vorkommt, so ist dieser Umstand in der Beziehung von Bedeutung, als diese Wasser als vorzügliche Trinkwasser gewiss gegen alle weichen Wasser den Vorzug verdienen. Verschiedene in dieser Beziehung vorgenommene Analysen der hiesigen Wasser aus dem Kalk ergaben, dass der Gehalt an kohlen- und schwefelsaurem Kalk in 10 000 Theilen Wasser nur 2 bis 2,2 Theile beträgt, wovon überdies etwa 1,8 Theile aus kohlensaurem Kalk bestehen, ein Resultat, welches in Bezug auf das aus dem Aachener Sande entspringende als vorzüglich anerkannte Wasser der hiesigen Marktwasserleitung, welche in 10 000 Theilen 0,9204 Theile schwefelsauren Kalk und 0,8505 kohlensauren Kalk — sowie auf die bekannte Stixensteiner Quelle der Wiener Wasserleitung, welche 0,267 schwefelsauren Kalk und 1,677 kohlen-

sauren Kalk in 10000 Theilen enthält — gewiss nur als günstig bezeichnet werden kann, wobei der Gehalt an freier Kohlensäure von 1,3 bis 1,4 gewiss nur als Vortheil der hiesigen Kalkwasser in Anschlag gebracht werden kann.

Die Umgegend von Aachen ist sehr reich an Kalken, die sich auf die Schiefer und Sandsteine der älteren Grauwacke anlehnend, von der belgischen Grenze aus als schmale Bänder in nordöstlicher Richtung bis Eschweiler und Langerwehe ausdehnen und dort durch diluviale Bildungen überlagert werden. Das Hauptvorkommen liegt südlich der Stadt und umgiebt die hier sich einlagernde Kohlenmulde des Eschweiler oder Inde-Beckens, während die nördlich auftretende Kohlenmulde des Wurm-Beckens nur an ihrem südlichen Rande das Auftreten des Kalkes in ganz schmalen Streifen zeigt, von dort aber durch Diluvial- und Tertiärablagerungen überdeckt ist. Sie sind sämmtlich durch spätere Hebung, auf deren Culminationspunkt Aachen selbst liegt, aus ihrer ursprünglich horizontalen Lage gebracht und stellenweise flach — stellenweise fast senkrecht aufgerichtet worden, dass sie, als Mulden oder Sättel auftretend, einen grossen Theil der Oberfläche der Umgegend Aachens einnehmen und namentlich am Süden der Stadt durch zahlreiche Steinbrüche aufgedeckt sind. Der Formation nach unterscheidet man zwei verschiedene Kalkzüge: den Eifelkalk, das Mittelglied der Devongruppe, und den Kohlen- oder Bergkalk, das unterste Glied der Steinkohlenformation. Auf der Sattelerhebung des ersteren liegen die bekannten Aachener und Burtscheider Thermalquellen.

Alle diese Kalkzüge sind fast überall von zahlreichen Klüften durchsetzt, infolge dessen alle die sich in dem Gesteine ansammelnden oder demselben an der Oberfläche zufliessenden Wasser mit Leichtigkeit selbst aus weiteren Entfernungen den tiefsten Punkten zufliessen und an den Punkten der Thäler als Quellen zu Tage treten, wo die Kalkzüge von den Thälern berührt werden. Der Wasserspiegel des Kalkes ist daher nur ein Geringes höher als das Niveau der Thäler, und das über demselben anstehende Gestein meistens trocken. Wird indessen durch künstliche Hebung der Wasser unter der Thalsohle das Wasser gehoben, so wird der tiefste Punkt hierher verlegt und es erfolgt, je tiefer man geht, ein um so stärkerer Andrang des Wassers hierher. Lange Erfahrungen des Bergbaues haben dieses Verhalten bestätigt, da das hiesige Erzvorkommen meistens im Kalk oder auf den Rändern desselben gegen den Kohlenschiefer oder die jüngere Grauwacke stattfindet; alle Erfahrungen sprechen dafür, dass der Wasserreichthum unter der Thal- oder Stollnsohle in ganz rapider Weise mit der Tiefe zunimmt.

Auf diesem Verhältniss beruht der von Hrn. Baur begründete Vorschlag der Wasserversorgung für Aachen und Burtscheid.

Derselbe schlug vor, auf dem ersten südlich von Aachen auftretenden Kohlenkalk an verschiedenen Punkten Schächte abzuteufen, aus denselben Querschläge zu treiben und die so gefundenen Wasser bis auf die in hinreichender Höhe errichteten Hochreservoirs zu heben. Dieser Kalkzug (gewöhnlich der Forster Kalk genannt) tritt bei Steinebrück unter der Kreidebildung des Aachener Sandes hervor, geht in nordöstlicher Richtung unter Forst, Rothe Erde und Nirm hindurch und verschwindet kurz hinter letzterem Orte unter dem Diluvium, indem er hier durch eine bedeutende Gebirgsstörung (den Feldbiss) verworfen wird; erst neuerdings ist er im östlichen Fortstreichen durch die Grube Glücksburg wieder aufgeschlossen. Seine Ausdehnung beträgt daher zwischen den beiden ersterwähnten Punkten $\frac{3}{4}$ Meilen, seine Mächtigkeit ist nicht bedeutend und wird kaum 300^m übersteigen. Dagegen darf nicht unerwähnt bleiben, dass er von mehreren Bächen, dem Gillesbach, Beverbach, Roetgener Bach und Nirmer Bach überflossen wird. Auch kann durch den früheren Betrieb der Grube Herrenberg auf die Reichhaltigkeit seiner Zuflüsse geschlossen werden, indem im Jahre 1850 20 Lachter unter der Bachsohle etwa 144000 Cubikfuss pro 24 Stunden gepumpt werden mussten.

Obgleich dieses Project viele Anerkennung fand, musste doch mancher Umstand nicht ausser Acht gelassen werden. Es war zuvörderst nicht möglich zu bestimmen, in welcher Tiefe des Schachtes das nöthige Quantum Wasser erreicht werden würde und ob nicht überhaupt erst durch Auffahren von Strecken im Kalk diese Zuflüsse zugeführt werden mussten. Ausserdem wurde auf die relativ geringe Entfernung der Burtscheider Thermen hingewiesen. Entspringen diese auch in dem durch den Verneuillischiefer getrennten Eifeler Kalk, so ist doch die Thatsache nicht abzuleugnen, dass dieselben gerade an den Punkten zu Tage treten, wo der Eifeler Kalk von grösseren oder kleineren Sprüngen durchsetzt wird, deren Durchsetzen bis zum Kohlenkalk nach allen hiesigen Erfahrungen nicht ausgeschlossen ist. Lang dauernde Entnahme grösserer Wasserquantitäten aus dem nur 700 bis 800^m in der Querlinie entfernten Kohlenkalk lassen, wenn auch nicht die Wahrscheinlichkeit, doch die Möglichkeit einer Abziehung der Thermalquellen als eine Calamität erscheinen, die gewiss von den unheilvollsten Folgen sein würde. Der Hauptgrund, der gegen dieses Project hervorgehoben wurde, war der, dass durch diese Wasserbeschaffung nicht wesentlich neue Zugänge für die Stadt beschafft würden, da die Zuflüsse dieses Kalkes schon durch die vorerwähnten Bäche zum grössten Theil von selbst der Stadt zugehen, und dass auch anderweitige Beeinträchtigungen von Privaten, so das Entziehen der auf dem zweiten Kalkzuge auftretenden Schönforster Quellen nicht ausserhalb der Möglichkeit liegen.

Noch bevor die näheren Untersuchungen des obigen Projectes beendet waren, reichte Hr. Bergrath M. Braun ein neues Project ein, das gegen alle bisherigen grosse Vortheile anfwies.

Von dem belgischen Orte Dolhain bis zu dem preussischen Dorfe Hausset tritt in einem langen Streifen ein Kalkzug auf, der, an letzterem Orte unter dem

Aachener Sande verschwindend — in der Nähe des Försterhauses am gräfl. Nellessen'schen Park wieder hervortritt und so als Südflügel des hier als Sattelzug auftretenden Schönforster Kalkes zu betrachten ist. Dieser etwa 2 Meilen lange und gegen 600^m breite Kalkzug hat beinahe die nämliche petrographische Beschaffenheit der Aachener Kalke. Er wird bei südlichem Einfallen gegen Norden von der jüngeren Grauwacke von Lontzen, gegen Süden durch die kleine Rabothrather Kohlenmulde begrenzt, die als Ausläufer des Inde-Kohlenbeckens zu betrachten ist, und gehört demnach zu den Kohlenkalken. Er wird auf der eben angeführten Länge von vielen Bächen überflossen, so von der Vesdre bei Dolhain, dem Hahnbach bei Rabothrath, dem Lontzener Bach bei Astenet und vom Geulbach bei Hausset, unweit des bekannten Geulviaductes der Rheinischen Eisenbahn. Die genannten Bäche erhalten durch zahlreiche in diesem Kalke an den Thalrändern auftretende Quellen einen grossen Wasserreichthum. Die Gesellschaft Vieille Montagne besitzt hier eine sehr grosse Bergwerksconcession, von der als wichtigster Punkt das Galmeivorkommen des Altenberges auf einem nördlich liegenden Kalkzuge ja weit und breit bekannt ist.

Zu den von dieser Gesellschaft ausgeführten Versuchsarbeiten zählte auch der Betriebspunkt Pappelsberg in unmittelbarer Nähe der Rheinischen Bahn, da wo dieselbe den Lontzener Bach überschreitet und ungefähr gleichweit von den Stationen Astenet und Herbesthal entfernt. Bei der im Jahre 1863 versuchten weiteren Abteufung des Schachtes betrug die zu hebende Wassermenge bei einer Teufe von 11^m unter der Stollnsohle 150 Cubikfuss pro Minute oder 216000 Cubikfuss pro 24 Stunden. Längere Versuche constatirten das Anhalten dieser Zuflüsse und bewirkten die Einstellung der dortigen Arbeiten. Hr. Braun schlug nun vor, diese Wasser der Stadt Aachen zuzuführen. Zu diesem Zwecke sollte in unmittelbarer Nähe der Grube, jedoch nicht mit derselben im Zusammenhange, ein Schacht abgeteuft, Maschinen aufgestellt und durch dieselben das Wasser in ein etwas höher gelegener Bassin gepumpt werden. Von hier aus sollte dasselbe durch Rohrleitung unter Benutzung des Bahnkörpers der Rheinischen Bahn und des den Aachener Wald durchquerenden Ronheider Eisenbahntunnels einem bei letzterem Orte anzulegenden Hochreservoir mit natürlichem Gefälle zugehen. Von dort aus boten sich bei der hohen Lage des für das Hochreservoir in Aussicht genommenen Punktes gegen die Stadt weiter keine Schwierigkeiten dar, und sollte diese Anlage nach dem Kostenanschlage des Hrn. Braun ohne Hochreservoir und ohne Stadtrohrnetz die Summe von 126000 Thlr. beanspruchen.

Hr. Braun wies namentlich auf die gute Qualität des Wassers hin, was sich durch die von den Herren Dr. Lersch, Monheim und Wings angestellte genaue chemische Untersuchung nur bewahrheitete, nach der in 10000 Theilen Wasser nur 2,8231 feste Bestandtheile (darunter 1,875 kohlensaurer Kalk) und 1,4777 Theile freie Kohlensäure nachgewiesen wurden.

Bei der ohnehin niedrigen Temperatur von 9,5° C. konnte daher das Wasser nur als ein ganz treffliches bezeichnet werden, da ohnehin seine Gesammthärte sich nur auf 15,1° stellte und das Vorhandensein von 0,0185 Th. kohlensaurem Zinkoxyd jedenfalls bei der proponirten von der Grube getrennten Lage des Schachtes wol ganz verschwinden dürfte. Trotz der entfernten Lage des Gewinnungspunktes (dieselbe beträgt etwa 2 Meilen) von Aachen wurde dieser Vorschlag mit Freuden ergriffen, und zuvörderst die Einwilligung der rheinischen Bahn zur Benutzung des Bahnkörpers und des Tunnels nachgesucht. Dieselbe zeigte sich zwar nicht abgeneigt, gestattete jedoch nur präcarisch die Benutzung ihres Eigenthums und behielt sich namentlich das Recht vor, die Zuleitung durch einen am Ronheider Tunnel angebrachten Schieber stets schliessen zu können. Es ist wol selbstverständlich, dass die städtische Verwaltung bei einem so wichtigen und kostspieligen Unternehmen auf diese Bedingungen nicht eingehen konnte.

Die Schwierigkeiten wurden dadurch grösser, dass jetzt auf eine andere Art die Ueberwindung der etwa 300 Fuss betragenden Höhe des Aachener Waldes versucht werden musste. Hr. Ingenieur Kley arbeitete bei Festhaltung des alten Schachtpunktes ein neues Project für die Hauptleitung aus, wonach dieselbe von Pappelsberg über Astenet, Hergenrath-Bildchen bis zum Forsthaus in die Aachen-Lütticher Staatsstrasse gelegt werden sollte. 70^m von hier aus entfernt sollte das Mundloch eines Stollns angesetzt werden, der parallel mit dem Eisenbahntunnel der rheinischen Eisenbahn in gerader Richtung 1180^m lang bei Ronheide den jenseitigen Hang des Aachener Waldes erreichen und dann südlich, unter dem Bahnhof Ronheide hindurch gehend, zu Tage treten würde. Nach dem beigegebenen Kostenanschlage sollen dieselben wieder wie oben ohne Hochreservoir und Stadtrohrnetz 147000 Thlr. betragen.

Das ganze Braun'sche Project hatte vor allen anderen den bedeutenden Vorzug, dass eine grosse Quantität Wasser sicher zu gewinnen war, dass die Qualität desselben zweckentsprechend war, und dass endlich durch dasselbe der Stadt Wasser aus fremden Quellgebieten zugeführt werden sollte, so dass eine Beeinträchtigung der bestehenden Wasserleitungen und Bäche Aachens nicht zu befürchten war.

Ohne Zweifel wäre die Stadtverwaltung auf dieses Project eingegangen, wenn nicht Hr. Bergmeister E. Honigmann im März 1866 durch die Einreichung eines neuen Projectes die Aufmerksamkeit auf eine andere Art der Beschaffung gelenkt hätte.

Alle bisherigen Projecte gingen mehr oder weniger von der Idee aus, die Wasser durch maschinelle Einrichtungen zu heben und erforderten natürlich ziemlich bedeutende Unterhaltungskosten. Erst Hr. Honigmann wies hin auf die Möglichkeit einer Wasserbeschaffung ohne künstliche Hebung durch Stollnbetrieb.

Derselbe lenkte zuerst die Aufmerksamkeit auf die relativ niedrige Lage Aachens bezw. des Wurmgebietes gegen die benachbarten Flussgebiete der Geul und des Münsterbaches, indem er ebenfalls die Gewinnung des Wassers aus dem Kalk seinem Projecte zu Grunde legte. Hierfür wählte er den dritten südlich von Aachen gelegenen Kalkzug, den sogenannten Eynattener- oder Eicher Kalk. Derselbe, mit dem mehrerwähnten und dem darauf folgenden Nütheimer Kalk in seinem westlichen Fortstreichen verbunden, liefert die Hauptzugänge des Lontzener und Geulbaches, während die östlichen Theile ihre Wasser dem Münsterbach zuschicken. Hr. Honigmann schlug die Ausführung eines Stollns vor, der von Steinebrück ausgehend, in gerader Linie unter den die Wasserscheide zwischen Geul und Wurm bildenden Höhen des Aachen-Burtscheider Waldes hindurch bei Hetscheid den oben erwähnten Kalk treffen, und so die Zuflüsse aus dem Geulbachgebiet entnehmen sollte. Ein Umstand war hierbei jedoch sehr schädlich — die für die Herstellung des Stollns erforderliche Zeit von 15 bis 20 Jahren. Ein in der Mitte dieser Stolln-linie einzurichtender Gegenortsbetrieb vermittelst einer Schachtanlage und daraus zu treibenden Querschlägen hätte diese Zeit der Ausführung zwar etwas verkürzen können, würde aber auch einen Mehrkostenaufwand von 100 000 Thlrn. hervorgerufen haben. Infolge dessen arbeitete Hr. Honigmann sein zweites Project aus, indem er diesmal die Wasserbeschaffung aus dem Gebiete des Münsterbaches proponirte, weil hier nicht allein bedeutende Kosten gespart, sondern auch die Fertigstellung in einer viel geringeren Frist ausführbar erschien.

Geht man von Aachen aus (am Adalbertsthor beginnend) der Aachen-Trierer Staatsstrasse folgend bis Cornelymünster und darüber hinaus bis Friesenrath, so überschreitet man alle oben bereits erwähnten Kalkzüge ziemlich rechtwinklig auf die Streichungslinie und trifft oberhalb des letztgenannten Ortes die ältere Grauwacke. Das zwischen Aachen und Brand liegende Hochplateau bildet die Wasserscheide zwischen Wurm und Münsterbach. Die diesseits Brand liegenden Kalkzüge schicken ihre Wasser zum Gebiete der Wurm, die jenseits liegenden dem bei Cornelymünster vorbeifliessenden Münsterbach bezw. dessen Nebenbächen, dem Falkenbach und dem Breitenbach zu. Der Münsterbach hat bei weitem mehr Wasser als die Wurm, da sein Inundationsgebiet wesentlich grösser ist.

Vergleicht man nun die Höhenlage der beiden Thäler und zwar der Wurm im Aachener Thalkessel und des Münsterbaches bei Cornelymünster, so ist es überraschend, dass letzterer bedeutend höher liegt als Aachen. Es liegt z. B. die Brücke über den Münsterbach bei Cornelymünster noch 153 Fuss höher als der Aachener Marktplatz und 200 Fuss über dem Wasserspiegel der Wurm am Steffensplatz in Aachen, während der niedrigste Punkt der Wasserscheide in der Nähe von Hidtfeld nur etwa 100 Fuss über dem ersteren Punkte liegt. Ständen nicht so vielfache Hindernisse in Bezug auf die zum Gebrauche des Bachwassers berechtigten Werke entgegen, und dürfte nicht als richtig vorausgesetzt werden, dass durch die Verunreinigung des Bachwassers ein Gebrauch für die Einwohner Aachens nicht zu empfehlen sei, so würde durch die einfache Durchtreibung eines Stollns unter dem Brander Hochplateau eine directe Zuleitung des Münsterbach-Wassers möglich sein; wie denn auch die Wasserhebung direct über das Plateau hinweg nicht bedeutende Kosten hervorrufen würde.

Der Vorschlag des Hrn. Honigmann geht daher dahin, ungefähr in der Mitte des Gehänges vom Wurmthale einen Stolln zu Felde zu treiben, dessen Endpunkt den bereits früher erwähnten Eicher Kalkzug treffen und ihn durchqueren soll. Die angedeuteten Höhenlagen gestatten das Ansetzen des Stollns in einer solchen Höhe, dass alle Theile der Städte Aachen und Burtscheid mit Ausnahme des Lousbergs durch natürlichen Druck versorgt werden, indem alsdann das über dem Stolln anstehende Gestein eine Höhe von etwa 120 Fuss behält. Zuvörderst wurde durch einige Bohrversuche die Ausdehnung des Eicher Kalkes untersucht, wobei sich herausstellte, dass die Breite desselben bedeutend grösser, als in der v. Dechen'schen Karte angegeben, ist, da nach Norden zu der Kalk von grösseren Massen Diluvium überdeckt wird.

(Schluss folgt.)

Die Herstellung der schwedischen Zündhölzer.

Von Dr. **M. Schoenflies**, Professor der mechanischen Technologie am Polytechnicum zu Riga.

Hierzu Tafel XIV u. XV.

(Fortsetzung von Seite 177.)

Die Schälmaschine.*)

Die Schälmaschine, welche durch Fig. 1 bis 4, Taf. XIV, in $\frac{1}{10}$ der nat. Gr. dargestellt ist, hat, wie bereits angegeben, die Aufgabe, die von der Pendelsäge gelieferten und entrindeten Holzblöcke von 350 bis 400^{mm} Länge in ein spiralförmiges Band von der Dicke der herzustellenden Zündhölzer zu schneiden und dasselbe in 7 Streifen zu zertheilen, die eine Breite gleich der Länge eines Zündhölzchens haben. Sie ist zu betrachten

*) Das Material zu den Zeichnungen wurde dem Verfasser mit dankenswerther Bereitwilligkeit von der Maschinenfabrik von A. Roller in Berlin überlassen, welche die betreffenden Maschinen schon seit einer Reihe von Jahren als Specialität liefert.

als eine für diesen besonderen Arbeitszweck speciell eingerichtete Drehbank, deren Spindel A, durch ein Vorgelege von der Betriebswelle B in Drehung versetzt, mit einer Mitnehmerspitze ausgestattet ist, durch welche der zwischen dieser Mitnehmerspitze und dem Reitstock C eingespannte Holzblock veranlasst wird, an der Drehung der Spindel theilzunehmen. Da die Länge der Blöcke nur innerhalb der engen Grenzen von 350 bis 400^{mm} variirt, so ist der Reitstock an das Bett festgeschraubt. Das Schälmesser a, dessen Breite gleich ist der Länge des Blockes, ist an dem Supportschlitten D befestigt, welcher mittelst der Schraube E radial gegen den Block vorgeschoben werden kann. Dieser Vorschub muss natürlich abhängig gemacht sein von der Drehung des Blockes, und wird daher von der Betriebswelle B in der Art abgeleitet, dass eine auf derselben befestigte Schraube ohne Ende mittelst Schraubenrad die Welle F umtreibt, welche ihre Drehung vermittelst der Zahnräder G und H und der Zwischenräder J auf die Schraube E des Supports überträgt. Das auf der Welle F befestigte Zahnrad G kann zur Herstellung von Bändern von verschiedener Dicke ausgewechselt werden, zu welchem Zweck das grössere Zwischenrad J_1 seine Lagerung in einem Arme K findet, der um die Achse des kleineren Zwischenrades J_2 drehbar ist und durch die Klemmschraube L in entsprechender Lage gehalten werden kann. Um nach vollendeter Schälung eines Blockes die Schraube E zurückdrehen und das Messer zur Schälung eines neuen Blockes anstellen zu können, ist das Rad H verschiebbar auf der Schraubenspindel angeordnet und kann durch die Gabel M ausgerückt werden. Die Drehung der Schraube erfolgt dann durch eine auf das vierkantige Ende aufgesteckte Handkurbel.

Die acht kleinen Messer b, welche dazu dienen, das Spiralband in sieben Streifen von gleicher Breite zu zertheilen, sind in den Messerträger N eingespannt, welcher seinerseits an zwei auf dem Supportschlitten D befestigten Winkeln O angeschraubt ist. Aus der Zeichnung erkennt man, dass diese Messer in diejenigen Theile des Blockes einschneiden, welche unmittelbar nachher unter das Schälmesser gelangen, so dass das letztere das abgeschälte Band sofort in der Form von sieben Streifen liefert.

Die Schlittenplatte D ist übrigens von einer in der Zeichnung weggelassenen und am Gestell befestigten Metallplatte bedeckt, welche sich bis über die Räder H und J_2 erstreckt und dadurch verhindert, dass die Zähne dieser Räder die abgeschälten Streifen beschädigen.

Der Maximaldurchmesser der zu schälenden Holzblöcke beträgt 550^{mm}; sie können bis zu einem Durchmesser von etwa 60^{mm} abgeschält werden.

Im Ganzen ist, wie die Zeichnung lehrt, die Schälmaschine sehr kräftig gebaut und zwar aus dem Grunde, damit ihre Arbeitsthätigkeit möglichst wenig durch Erschütterungen benachtheiligt werde.

In Bezug auf die Uebersetzungsverhältnisse der Zahnräder ist zu bemerken, dass die Räder des Spindelvorgeleges 20 und 80 Zähne haben, und dass daher bei 60 bis 80 minutlichen Umdrehungen der Betriebsriemenscheibe der Block pro Minute 15 bis 20 Umdrehungen macht. Die auf der Betriebswelle B befestigte Schraube ohne Ende ist ferner eingängig, das eingreifende Schraubenrad hat 24 Zähne; es ergiebt sich daher, da die Ganghöhe der Supportschraube E 9^{mm} beträgt und das Rad H 44 Zähne hat, der pro Umdrehung des Blockes resultirende Vorschub, d. h. die Dicke des abgeschälten Bandes zu $\frac{4}{24} \cdot \frac{44}{w} \cdot 9^{mm}$, wenn w die Zähnezahl des Wechselrades G bedeutet. Die gebräuchliche Zündholzdicke von 2^{mm} würde hiernach ein Wechselrad von $w = 33$ Zähnen erfordern.

Für eine gute Arbeitsthätigkeit der Schälmaschine und auch der Abschlagmaschine ist es nothwendig, dass die Messer derselben eine geradlinige und sehr sorgfältig, am besten hohl geschliffene Schneide haben. Da dies von Hand sehr schwer zu erreichen ist, so benutzt man zum Schleifen am zweckmässigsten eine besondere

Schleifmaschine.

Dieselbe ist in Fig. 5 bis 7 auf Taf. XIV in $\frac{1}{15}$ der nat. Gr. dargestellt und besitzt als Werkzeug eine Smirgelscheibe A, deren stählerne Welle durch die Riemenscheibe B in Umdrehung versetzt werden kann. Zur Ausgleichung der durch das Schleifen erfolgenden Verminderung des Durchmessers ist die Smirgelscheibe in einem verticalen Supportschlitten C gelagert, der in bekannter Weise durch Schraube und Handrad verstellbar ist. Das zu schleifende Messer wird auf den Tisch D eines Kreuzsupportes aufgeschraubt, dessen durch die Schraube E veranlasste Bewegung dazu dient, das Messer an die Smirgelscheibe anzustellen. Die zu dieser Bewegung rechtwinklige, welche den Zweck hat, die zu schleifende Schneide des Messers in ihrer ganzen Länge bei der Smirgelscheibe vorbeizuführen, erfolgt dadurch, dass das durch eine Handkurbel umgedrehte Zahnrädchen F sich auf der am Bett der Maschine befestigten Zahnstange G abwälzt. Im übrigen ist die Einrichtung der Maschine aus der Zeichnung klar zu erkennen. Die Maschine erfordert bei 2000 minutlichen Umdrehungen der Schleifscheibe etwa $\frac{1}{3}$ Pferdest. zu ihrem Betriebe und kann durch einen Arbeiter bedient werden. Zu ihrer Aufstellung ist ein Raum von $1^m,5$ Länge, $0^m,7$ Breite und $1^m,5$ Höhe erforderlich; ihr Gewicht beträgt etwa 250^k.*)

*) Zur Vervollständigung geben wir noch nach dem „Prakt. Maschinen-Constr.“, 1873. die Beschreibung der

Abschlagmaschine,

auf welche von dem Hrn. Verfasser oben nur hingewiesen wurde.

Wie die Fig. 5 bis 8, Taf. XV, zeigen, besteht die Maschine aus einem durch die Lenkerstange b von der Riemenscheibenwelle aus getriebenen Messer a, welches die in den Raum zwischen den Seitenständern c, c und den Verbindungsstücken d und e eingepressten Holzstreifen in schmale Stäbchen schneidet. Der Vorschub erfolgt durch die beiden Walzen f und g, welche mit ungefähr 3^{mm} starken

Die Einlegemaschine.

Die Einlegemaschine ist in Fig. 1 bis 4 auf Taf. XV in $\frac{1}{10}$ der nat. Gr. dargestellt, und zwar zeigt Fig. 1 den Längsschnitt, Fig. 2 den Grundriss und Fig. 3 den Querschnitt. Wie bereits oben angegeben, besteht ihre Arbeitsthätigkeit im Allgemeinen darin, zunächst den Klemmrahmen zur Aufnahme der Hölzchen vorzubereiten und hierauf die Hölzchen selbst einzulegen. Die Maschine kann daher als aus zwei wesentlichen Bestandtheilen zusammengesetzt gedacht werden, von denen jeder einem der beiden Theile der Arbeitsthätigkeit zu dienen hat.

Was zunächst denjenigen Theil der Maschine betrifft, welcher die Latten des Klemmrahmens in die zur Aufnahme der Hölzchen geeignete Lage zu bringen hat, so wird das unter dem Klemmrahmen angeordnete Stabsystem gebildet durch den horizontal aufgestellten und mit Längsfurchen versehenen Tisch A, auf welchen der Rahmen so aufzulegen ist, dass die Furchen zu den Latten des Rahmens senkrecht stehen. Zum Auseinanderdrängen der Latten auf gleiche Entfernungen dienen die Schieber a, welche in den aufgeschraubten Leisten B ihre Führung haben und in folgender Weise von beiden Seiten nach einander vorgeschoben werden. Jeder der Schieber besitzt an seiner unteren Seite einen Einschnitt, in welchen sich der Rücken einer an jeder Seite der Maschine angeordneten Zahnstange C einlegt. Die beiden Zahnstangen können vermittelst der beiden gleich grossen Zahnräder D in der Längenrichtung der Maschine bewegt werden, welche Zahnräder zu diesem Zweck auf derselben von der Handkurbel E in Umdrehung versetzten Welle befestigt sind. Der Rücken jeder der beiden Zahnstangen ist nun so gestaltet, dass die über den eigentlichen Körper derselben hervorragende Leiste auf der einen Hälfte der Länge an der rechten, auf der anderen Hälfte der Länge an der linken Seite angebracht ist, wie dies der untere Theil des Grundrisses (Fig. 2) in einem dicht über der Zahnstange geführten Horizontalschnitt deutlich zeigt. Hiernach ist nun zu erkennen, dass bei einer Bewegung der beiden Zahnstangen nach rechts die einander gegenüberliegenden Schieber paarweise nach einander vorgeschoben, und dadurch die Latten auf gleiche Entfernung aus einander gedrängt, dagegen bei einer Bewegung der Zahnstangen nach links die Schieber paarweise nach einander zurückgezogen werden können. Um das sichere Eintreten der Schieber zwischen die Latten zu unterstützen, sind sowol Schieber als auch Latten an den Endflächen einseitig keilförmig zugeschärft und zwar derart, dass sie ihre schrägen Flächen einander zukehren.

Das über dem Klemmrahmen angeordnete Stabsystem ist in Form eines schmiedeeisernen und um Scharniere drehbaren Rostes F ausgeführt, in welchen die Stäbe so eingesetzt sind, dass sich die Zwischenräume zwischen denselben senkrecht über den Furchen des Tisches befinden. Dieser Rost ist der Deutlichkeit halber mit Ausnahme der an den Tisch A angeschraubten Scharnierstücke im Grundriss weggelassen worden.

Der zweite Bestandtheil der Maschine, welcher dazu bestimmt ist, die Hölzchen zwischen die in entsprechende Lage gebrachten Latten des Klemmrahmens einzustecken, wird gebildet durch zwei hölzerne Rahmen G und H, welche in der Welle J ihre gemeinsame Drehachse haben. Von diesen Rahmen ist der untere mit dem Röhrchensystem K ausgestattet und zwar derart, dass über jede Masche des Netzes, welches aus den Latten des Klemmrahmens und den eben beschriebenen Stabsystemen des Tisches A und des Rostes F gebildet wird, je ein Röhrchen zu stehen kommt, wenn der Röhrchenrahmen auf dem Roste F aufliegt. Diese Röhrchen, welche einen Durchmesser von 5^{mm} haben, gestatten das Einstecken je eines Hölzchens in jede Masche des Netzes nur für den Fall, dass der an der unteren Fläche des Röhrchenrahmens angeordnete Schieber L so gestellt ist, dass die in ihm befindlichen Löcher von 3^{mm} Durchmesser sich genau unter den Oeffnungen der Röhrchen befinden. Hat man dagegen den Schieber, dessen Löcher in der Zeichnung weggelassen wurden, mittelst des Handgriffes M um die Grösse des Lochdurchmessers verschoben, so werden die Hölzchen in den Röhrchen zurückgehalten. In diesem Schieber besitzt man also ein Mittel, um je nach Erforderniss die Hölzchen in den Klemmrahmen gelangen zu lassen oder dies zu verhindern. Das letztere ist stets nothwendig, wenn behufs Einlegens und Herausnehmens des Klemmrahmens der Röhrchenrahmen auf oder nieder bewegt werden muss.

Der obere Holzrahmen G wird mit den einzulegenden Hölzchen angefüllt, wozu man besondere kleine Füllkasten benutzt. Zum Festhalten der Hölzchen beim Auf- und Niedergehen des Füllrahmens dient die Schiene b, welche mit ihren Enden durch in den Seitenwänden des

---

Zähnen versehen sind, damit die Zuführungsriemen auf ihnen nicht gleiten können. Zum Spannen dient bei den oberen Riemen die Rolle h, der untere ist nach dem Einlegekasten geführt, wo die ihn tragende Rolle durch eine Spannschraube fest angezogen werden kann. Von den beiden Verbindungsstücken sitzt das untere e fest an den Ständern, das obere d ist an den Druckapparat i befestigt, auf welchen der Druckhebel k wirkt. Die beiden Vorschubwalzen f und g sind durch die Zwischenräder l, m, n und o verbunden, um gleiche Umdrehung derselben zu erzielen; die Zwischenräder stecken auf Bolzen in den Hebeln p, um auch bei dem Senken der oberen Walze stets in Eingriff zu bleiben.

Der Vorschub selbst erfolgt durch das auf der Achse der Walze g sitzende Sperrrad q, welches die Sperrklinke r bei jedem Schnitt um einen Zahn, entsprechend der Dicke eines Zündhölzchens, dreht. Um zwei Sorten Hölzchen schneiden zu können, kann das Sperrrad gegen ein anderes mit entsprechend grösserer Theilung ausgewechselt werden. Der Sperrhebel s, welcher auf die Sperrklinke wirkt, wird seinerseits durch das Anschlagen des Messerhalters v in Bewegung gesetzt und kann durch die Stellvorrichtung t regulirt werden. Die Feder u dient dazu, die Sperrklinke stets nach oben zu ziehen.

Die Holzstreifen werden in zwei Reihen zu je 90 eingelegt und fallen somit 180 Hölzchen auf jeden Schnitt, deren die Maschine 45 in der Minute macht. D. Red. (R. Z.)

Rahmens ausgesparte Schlitze hindurchgeht, und an diesen Enden an Schnüren aufgehängte Gewichte *c*, *c* trägt, die sie stets gegen die Hölzchen andrücken. Um indessen zu verhüten, dass die Hölzchen namentlich in dem unteren Theile des Füllrahmens zu fest an einander gedrückt und dadurch gehindert werden, in die Röhrchen zu gelangen, ist in den Füllrahmen ein Stabsystem eingesetzt, welches, wie die Zeichnung lehrt, den Fassungsraum des Rahmens in eine grössere Anzahl von Kästchen theilt, und so den Druck der Hölzchen gegen einander auf die zulässige Grösse herabzieht. Auch werden die Hölzchen durch dieses Stabsystem vor Verwirrung geschützt. Der Füllrahmen ist übrigens, wenn mit der Maschine gearbeitet wird, mit dem Röhrchenrahmen durch die an denselben angebrachten Haken *d* und Zapfen *e* zu einem Stück verbunden, so dass beide Rahmen stets gemeinsam um ihre Scharnierachse *J* gedreht werden.

Liegen die Rahmen horizontal dicht über dem Roste *F* auf, so werden sie in dieser Lage ausser durch die Scharnierachse *J* noch dadurch gestützt, dass ein an der unteren Fläche des Röhrchenrahmens befestigter Eisenstab *N* sich mit seinen Endzapfen (s. Fig. 4, welche den Röhrchenrahmen von unten gesehen zeigt, mit Hinweglassung der Löcher im Schieber *L*) in die beiden Lager *O* einlegt. Um endlich noch den beiden Rahmen *G* und *H* in dieser Lage die das Herabgleiten der Hölzchen in den Klemmrahmen begünstigende rüttelnde Bewegung zu geben, sind sowol die Lager *P* der Scharnierachse *J* als auch die Lager *O* des Stabes *N* an den Enden von Hebeln *Q* angebracht (im Grundriss ist das Hebelpaar *Q* nur an einer Seite der Maschine gezeichnet), welche bei *R* ihre festen Drehpunkte haben. An den unteren Flächen tragen die Lager gehärtete stählerne Nasen *g*, gegen welche die Daumenscheiben *h* wirken können. Die Welle S_1 der beiden links liegenden Daumenscheiben wird durch ein Handrad *T* in Umdrehung versetzt und diese Drehung durch die Zwischenwelle *U* und zwei conische Räderpaare auf die Welle S_2 der rechts befindlichen Daumenscheiben übertragen.

Die Arbeit mit der Einlegemaschine, wenn der Rahmen *G* völlig mit Hölzchen gefüllt ist, besteht nun in Folgendem: Die zu einem Stück vereinigten Rahmen *G* und *H* werden bei geschlossenem Schieber *L* in die Höhe geklappt, ebenso der Rost *F*, um sodann durch Drehen an der Kurbel *E* die Zahnstangen *C* in die äusserste Lage nach links zu bringen, wobei die Schieber *a* sämmtlich zurückgezogen werden. Hierauf legt der Arbeiter einen leeren Klemmrahmen auf den Tisch *A* mit der letzten stärkeren Latte gegen die Anschläge *i*, *i* und versetzt durch Drehen an der Kurbel *E* die beiden Zahnstangen *C* in die äusserste Lage nach rechts, so dass die Schieber *a* paarweise nach einander hervortreten und die Latten in die für das Einstecken erforderlichen Entfernungen von einander bringen. Ist dies geschehen, so werden der Rost *F* und danach die vereinigten Rahmen *G* und *H* niedergelegt und der Schieber *L* durch einen Druck an dem Handgriff *M* so verschoben, dass seine Löcher mit den Röhrchen correspondiren. Einige Umdrehungen des Handrades *T* genügen sodann, um die Rahmen *G* und *H* so zu rütteln, dass die Hölzchen durch die Röhrchen und die Zwischenräume des Rostes *F* zwischen die Latten des Klemmrahmens hinabfallen und schliesslich gegen die Sohlen der Furchen des Tisches *A* aufstossen. Nunmehr hat der Arbeiter durch Bewegung des Schiebers *L* das Röhrchensystem zu schliessen, durch Drehen an der Kurbel *E* die Schieber *a* zurückzuziehen und die Rahmen *G* und *H* sowie den Rost *F* in die Höhe zu klappen, um sodann die Hölzchen zwischen den Latten festzuklemmen. Dies geschieht dadurch, dass die Zahnstange *V* durch Drehen an der Kurbel *W* gegen den Klemmrahmen vorgeschoben, und so die Latten zusammengedrängt werden. In dieser zusammengeschobenen Lage sind die Latten durch Vorsteckstifte in den eisernen Stäben des Klemmrahmens oder besser durch Klemmsperrungen, welche auf die eisernen Stäbe aufgeschoben werden, zu erhalten, um dann schliesslich den gefüllten Klemmrahmen aus der Maschine herauszunehmen.

(Schluss folgt.)

Vermischtes.

Der Kreiswinkel.

Von E. Bing, techn. Director der Russisch-baltischen Waggonfabrik in Riga.

Das Problem, die Abwickelung eines Kreisumfanges auf eine gerade Linie oder die Verwandlung einer Kreisfläche in ein gleich grosses Quadrat durch eine einfache Construction ohne Rechnung genau vorzunehmen, hat seit undenklichen Zeiten als unlösbar gegolten und ist es gewissermassen bis heute noch.

Das Bedürfniss einer solchen einfachen Verwandlungsconstruction tritt aber in neuerer Zeit noch mehr in den Vordergrund, da die graphische Darstellung in vielen technischen Zweigen die bisher meist übliche analytische Methode verdrängt, indem erstere häufig weniger theoretische Vorkenntnisse erfordert und zugleich ein übersichtliches Resultat liefert. Die Genauigkeit der graphischen Darstellung hängt freilich von der mehr oder weniger exact ausgeführten Zeichnung und gleichzeitig von der Güte der angewandten Instrumente (Zirkel, Winkel u. s. w.) ab.

Verf. hat nun zu seiner Lösung der oben genannten Aufgaben ausser Reissschiene (oder Anlegewinkel) und Kreiszirkel nur einen einfachen Winkel (Dreieck mit rechtem Winkel) nöthig, bei welchem der eine Kathetenwinkel $\alpha = 27^0\ 35'\ 49{,}636''$, also $\cos\alpha = \sqrt{\frac{\pi}{4}}$ ist. Es lässt sich dieser Winkel α auch aus seiner Tangente construiren, welche fast genau $= \frac{11}{21}$ ist. Wenn die nachfolgende Constructionsmethode erst in weiteren Kreisen bekannt sein wird, so werden solche Winkel, welche sich fabrikmässig ja fast mit mathematischer Genauigkeit herstellen lassen, überall in verschiedenen Grössen im Handel zu haben sein.

Dieser Winkel sei hier kurz **Kreiswinkel** genannt. Die obigen Aufgaben werden nun folgender Art gelöst, und deren mathematisch richtige Lösungen bewiesen.

Ia. **Aufgabe:** Der Durchmesser d eines Kreises ist gegeben, man soll den Umfang U construiren.

Fig. 1

Lösung. Auf Linie AE in Fig. 1 trage man $AD = 2d$ auf, lege die Hypotenuse des Kreiswinkels an die Reissschiene und ziehe mit der langen Kathete AC, mit der kurzen DC, kehre den Kreiswinkel um und ziehe mit demselben durch C die Linie CB, so schneidet diese den Umfang $U = AB$ auf der Linie AE ab.

Beweis. Ziehe Höhe HC, so ist

$$\frac{AC}{AD} = \cos\alpha = \sqrt{\frac{\pi}{4}},$$

ferner

$$\frac{AH}{AC} = \sqrt{\frac{\pi}{4}};$$

multiplicirt man beide Gleichungen, so entsteht:

$$\frac{AC}{AD}\cdot\frac{AH}{AC} = \sqrt{\frac{\pi}{4}}\cdot\sqrt{\frac{\pi}{4}} \quad\text{oder}\quad \frac{AH}{AD} = \frac{\pi}{4}$$

oder $4\,AH = \pi\,.\,AD$. Da nun $AD = 2\,d$ und $2\,AH = AB$ ist, so folgt $2\,AB = 2\,d\,\pi$ oder $AB = d\pi$; somit ist $AB = U$ der gesuchte Umfang.

Ib. **Aufgabe:** Der Umfang U eines Kreises ist gegeben, man soll den Durchmesser d construiren.

Fig. 2

Lösung. Trage in Fig. 2 $AB = U$ auf, ziehe AC und BC mit dem Kreiswinkel, sodann aus dem Durchschnittspunkte C die Linie CD ebenfalls mit dem Kreiswinkel, so schneidet diese $AD = 2\,d$ auf der Linie AB ab. Will man ohne Zirkeltheilung das einfache d finden, so ziehe man DF ebenfalls mit dem Kreiswinkel, fälle vom Durchschnittspunkte F ein Loth auf AB, welches $AG = d$ auf der Linie AB abschneidet.

Beweis ist ganz ähnlich wie oben zu führen.

IIa. **Aufgabe:** Es ist ein Kreis bezw. dessen Durchmesser d gegeben, und es soll die Seite s des Quadrates construirt werden, welches gleiche Fläche mit dem Kreise hat.

Fig. 3

Lösung. Man lege die kurze Kathete des Kreiswinkels an die Reissschiene und ziehe im Kreise Fig. 3 den Durchmesser AB mit der Hypotenuse des Kreiswinkels, sodann mit der langen Kathete die Sehne AC, so ist dies die gesuchte Quadratseite s.

Beweis. Vollende das rechtwinklige Dreieck ABC, so ist $\frac{AC}{AB} = \frac{AC}{d} = \cos\alpha = \sqrt{\frac{\pi}{4}}$, also $AC = d\sqrt{\frac{\pi}{4}}$.

Quadrirt man diese Gleichung, so entsteht $AC^2 = d^2\,\frac{\pi}{4}$. Also ist AC die gesuchte Quadratseite.

IIb. **Aufgabe:** Es ist die Quadratseite s gegeben und es soll der Durchmesser d oder Halbmesser r des Kreises construirt werden, dessen Fläche $= s^2$ ist.

Fig. 4

Lösung. Man mache in Fig. 4 AC gleich der Bekannten s, ziehe von A und C mit dem Kreiswinkel zwei Linien AO und CO, so ist deren Durchschnitt O der Kreismittelpunkt und $AO = CO$ sind die gesuchten Halbmesser.

Beweis. Ziehe OH senkrecht zu AC, so ist $AH = HC = \frac{s}{2}$, ferner ist

$$\frac{\frac{s}{2}}{AO} = \cos\alpha = \sqrt{\frac{\pi}{4}} = \frac{\sqrt{\pi}}{2} \quad\text{oder}$$

$$\frac{s}{AO} = \sqrt{\pi} \quad\text{oder}\quad s = AO\,.\,\sqrt{\pi}.$$

Quadrirt man letztere Gleichung, so ergiebt sich $s^2 = AO^2\,.\,\pi$, folglich ist AO gleich dem gesuchten Halbmesser r.

Wie leicht einzusehen, lassen sich die vier Aufgaben mittelst des Kreiswinkels auch auf andere Art lösen und beweisen, doch sind hier die einfachsten Lösungen und Beweise gewählt. Die Lösungen mit Ausnahme von IIa erfordern nicht einmal einen Kreiszirkel.

Es ist ferner klar, dass sich auf ähnliche Weise alle die Aufgaben, welche Berechnungen mit den Factoren π, $\sqrt{\pi}$, π^2 erfordern, wie z. B. Flächenermittelung der Ellipse, mittelst dieses Kreiswinkels lösen lassen.

Mit Zuhilfenahme des üblichen Winkels von 30^0 lässt sich durch den Kreiswinkel noch mit grösster Annäherung der goldene Schnitt ausführen. Um eine Linie AB, Fig. 5, derart in zwei Theile zu theilen, dass der grössere Theil AD

Fig. 5

die mittlere Proportionale wird zwischen dem kleineren Theile DB und der ganzen Linie, zieht man die Linie AC mit dem Winkel von 30^0, die Linie BC mit dem Kreiswinkel, dann von dem Schnittpunkte C ebenfalls mit dem Kreiswinkel die Linie CD, so schneidet diese die Linie AB nach dem goldenen Schnitt.

Die trigonometrische Berechnung ergiebt eine Abweichung $= 0{,}000568 = \frac{1}{1761}$ von dem wahren Resultat, ein Fehler, der sich auch bei Anwendung der genauen geometrischen Construction bei feinster Ausführung der Zeichnung nicht wird vermeiden lassen.

Die Lösung der eingangs erwähnten, scheinbar höchst schwierigen Probleme ist somit eine überraschend einfache und jedenfalls nicht umständlicher als das Nachschlagen der betreffenden Zahlen in Tabellen. Verf. zweifelt deshalb nicht, dass sein Kreiswinkel, der ja auch als gewöhnlicher Zeichenwinkel zu gebrauchen ist, bald auf jedem Zeichentische zu finden sein wird. —

Es lassen sich diese Lösungen auch mittelst eines anderen Instrumentes auf noch einfachere Weise finden und zwar durch einen Proportionalzirkel, dessen Schenkel das Verhältniss $a : b = 1 : \sqrt{\frac{\pi}{4}}$ haben (annähernd 879 : 779). Die Handhabung eines solchen Zirkels ist die folgende:

Ia. Stelle die Zirkelseite a auf den gegebenen Durchmesser d, steche sodann $b = d\sqrt{\frac{\pi}{4}}$ auf dem Papier ab, stelle dann Zirkelseite a auf diese gefundene Grösse $d\sqrt{\frac{\pi}{4}}$, so steht b auf $d\sqrt{\frac{\pi}{4}} \cdot \sqrt{\frac{\pi}{4}} = \frac{d\pi}{4}$. Trägt man nun b viermal auf dem Papier auf, so erhält man $d\pi$ oder den gesuchten Umfang U.

Ib. Ist in umgekehrter Richtung wie Ia zu machen.

IIa. Stelle die Zirkelseite a auf den gegebenen Durchmesser d, so ist Zirkelseite $b = d\sqrt{\frac{\pi}{4}}$ gleich der gesuchten Quadratseite s.

IIb. Stelle die Zirkelseite b auf die gegebene Quadratseite s, so ist $a = \frac{s}{\sqrt{\frac{\pi}{4}}}$ gleich dem gesuchten Durchmesser d.

Wenngleich die Lösungen mit dem Proportionalzirkel einfacher als mit dem Kreiswinkel sind, so werden doch die Anschaffungskosten des ersteren sowie die durch unvermeidliches Nachschleifen entstehenden Ungenauigkeiten seiner allgemeinen Einführung etwas hinderlich sein, während die Rectificirung des Kreiswinkels ohne jede Schwierigkeit vorgenommen werden kann.

Festigkeitsversuche mit verschiedenen Drahtsorten aus dem Carlswerk des Hrn. F. C. Guilleaume zu Cöln.

Von F. Thometzek.

(Vorgetragen in der Versammlung des Cölner Bezirksvereines vom 6. März 1876.)

Die Ansprüche, welche der Bergbau seit Einführung der Drahtseile an Stelle der in früherer Zeit ausschliesslich angewendeten Hanf- oder Aloefaserseile zur Förderung von Mineralien stellt, haben sich von Jahr zu Jahr theils wegen der zunehmenden Teufe der auszubeutenden Lagerstätten, theils wegen der grösseren Sicherheit bei der Anwendung zur Fahrung, endlich häufig wegen Erhöhung der Leistungsfähigkeit eines Förderpunktes wesentlich und stetig gesteigert.

Während man sich bei geringen Teufen der gewöhnlichsten Seile aus Eisendraht mit Sicherheit und Vortheil bedient, machen grosse Schachtteufen, die bereits 900 bis 1000^{m} erreichen, ein Material, welches eine viel grössere Zerreissungsfestigkeit besitzt, erwünscht und nothwendig.

Wer die Erfahrung gemacht hat, welche bedauerlichen Unglücksfälle und welche pecuniären Verluste mit dem Bruche eines in Benutzung befindlichen Förderseiles häufig verknüpft sind, wird die Wichtigkeit der richtigen Wahl eines entsprechenden Materials zu den Seilen ermessen und würdigen. Es ist begreiflich, dass auch die Aufsichtsbehörden diesem Umstande, und, seit von der Haltbarkeit der Seile das Leben und die Gesundheit vieler emsiger Bergleute abzuhängen pflegt, ihre grösste Sorgfalt und Aufmerksamkeit zugewendet und Vorschriften erlassen haben, welche den Eintritt von Unglücksfällen nach Möglichkeit zu verhindern geeignet sind.

Nächst einer rationellen Anwendung wird aber die Reellität des Drahtseilfabrikanten stets die sicherste Bürgschaft für die Erzielung der grössten Sicherheit und der günstigsten Resultate gewähren. **Höchste absolute Festigkeit** des Materials verbunden mit **grösster Zähigkeit** sind die bestimmenden Eigenschaften für die zu wählende Drahtsorte der Förderseile.

Mit Holzkohlen gefrischtes oder im Puddelofen erzeugtes Schmiedeeisen aus Holzkohlen- oder Coksroheisen giebt das Rohmaterial für den Eisendraht, dessen Eigenschaften jedoch nicht nur von der Güte des angewendeten Rohmaterials, sondern auch von der späteren Behandlung und Verfeinerung abhängig sind.

Infolge der billigeren Herstellung des Gussstahles ist man seit ungefähr 9 Jahren zur Anwendung von Gussstahldraht übergegangen, und die damit erreichten Vortheile sind so bedeutend gewesen, dass gegenwärtig die grössere Hälfte aller beim Bergbau angewendeten Förderseile aus diesem Material bestehen dürfte. Der Bessemerstahl hat bei Drahtseilen so wenig günstige Resultate geliefert, dass man dessen Verwendung fast gänzlich aufgegeben hat; ebenso wenig hat es bis jetzt gelingen wollen, den Siemens-Martin-Stahl zur ausgedehnten Verwendung zu bringen, da derselbe bei nur wenig grösserer Tragfähigkeit die Ungleichartigkeit des Bessemerstahles theilt. Künftigen Fortschritten in dieser Fabrikation wird es überlassen bleiben müssen, eine für Seile brauchbare gleichmässige Qualität herzustellen.

In neuester Zeit ist die Idee aufgetaucht, die Phosphorbronze zu verwenden, und hoffte man besonders dort auf gute Erfolge, wo Eisen- oder Stahlseile durch Einwirkung schädlicher Flüssigkeiten oder Gase sehr angegriffen werden. Da Seile aus Phosphorbronzedraht jedoch nur die Tragfähigkeit von gewöhnlichen Eisendrahtseilen besitzen, dabei aber 7 bis 8mal mehr kosten, so ist es nicht anzunehmen, dass dergleichen Seile eine erhebliche Anwendung finden.

Was die durchschnittliche, durch praktische Versuche als zuverlässig erwiesene Tragfähigkeit von Drahtsorten, wie solche zu Drahtseilen verwendet werden, betrifft, so hat sich dieselbe wie folgt herausgestellt.

Tabelle I.

No.	Benennung	Kilogramm pro Quadratmillimeter
1	Gewöhnlicher Eisendraht, geglüht . . .	40
2	- - blank . . .	55
3	Draht aus Phosphorbronze	55
4	- - Siemens-Martin-Stahl . . .	65
5	- - Desgl. in härterer Sorte . .	75
6	Gussstahldraht	120
7	Desgl. härtere Qualität . . . . bis	180

Versuche, dem Draht aus Siemens-Martin-Stahl durch stärkeres Ziehen eine grössere absolute Festigkeit zu geben, haben gezeigt, dass Härte und Sprödigkeit damit zunehmen. Eingehende Proben sind in dieser Beziehung, wie aus zuverlässiger Quelle bekannt, von einem höheren Bergbeamten mit Material aus einer bedeutenden rheinischen Fabrik mit 82 Drähten unternommen worden und haben folgende Resultate ergeben. Es zerrissen

3 Drähte bei einer Belastung unter 50^{k}
14 - - - - von 50 bis 60^{k}
21 - - - - - 61 - 70^{k}
28 - - - - - 71 - 75^{k}
9 - - - - - 75 - 80^{k}
7 - - - - - 81 - 87^{k}
pro Quadratmillimeter.

Zur Ermittelung der Zähigkeit wurden die zu prüfenden Drähte in eine Kluppe gespannt, welche so eingerichtet ist, dass sich der Draht über den vierten Theil eines Cylindermantels von 10^{mm} Radius biegen muss. Jede Biegung des Drahtes aus seiner senkrechten in eine horizontale wird als einfach bezeichnet, und bildet somit die Biegungseinheit.

Es hielten aus bis zum Bruch:

1 Draht 1½ Biegungen
8 Drähte 2 bis 2½ Biegungen
15 - 3 - 3½ -
16 - 4 - 4½ -
26 - 5 - 5½ -
11 - 6 - 6½ -
5 - 7 - 7½ -

aus welchen Resultaten auf Ungleichmässigkeit des Materials geschlossen werden kann.

Festigkeitsversuche mit Draht aus verschiedenem Material wurden am 19. Februar 1876 auf Einladung des Fabrikbesitzers Hrn. F. C. Guilleaume in dem Carlswerke zu Mülheim a/Rhein gemacht, und es hatten sich zu demselben eingefunden die Herren

Bergdirector Adriani aus Langendreer,
Hüttenbesitzer Boecking aus Mülheim a/Rhein,
Bergdirector Honigmann von Zeche Königsgrube,
Generaldirector Huppertz aus Mechernich,
Bergmeister Knibbe aus Bochum,
Liebrecht aus Bochum,
Ingenieur Peters aus Dortmund,
Bergdirector Pieler aus Morsbach,
Bergmeister Roth aus Burbach,
Bergdirector Schrader aus Essen,
Bergdirector Schulz von Zeche Dahlbusch,
Generaldirector Schwarz aus Cöln,
Maschinenmeister Weitmeyer von Zeche Graf Beust,

sowie der Berichterstatter.

Hr. F. C. Guilleaume, Chef der Firma Felten & Guilleaume, sowie der Director des Carlswerkes, Hr. E. Guilleaume führten den versammelten Herren nunmehr 25 Zerreissungs- und Biegungsversuche vor, deren Hauptresultate aus nachstehender Tabelle II ersichtlich sind.

Die Drähte wurden auf einer Probirmaschine einfacher und zuverlässiger Construction durch langsames Anspannen mittelst einer Schraubenspindel zerrissen. Die Belastungen wurden an einem Gradbogen, der die Wirkung eines pendelartig angebrachten Gewichtes nach Art der Schnellwaagen anzeigte, abgelesen.

Tabelle II.

Material	Härtezustand	Dicke des Drahtes mm	Bruchbelastung k	Biegungen im rechten Winkel bei 10mm Radius	Bruchbelastung pro Quadratmillimeter	Besondere Bemerkungen
Holzkohleneisen	geglüht	2	125	9	40	Seildraht
do.	do.	2	112,5	8	36	do.
do.	halbweich	2	200	5	64	do.
do.	do.	2	175	4	56	do.
Gefrischtes Holzkohleneisen	do.	2	200	5	64	do.
	do.	2	200	7	64	do.
Siemens-Martin-Stahl	do.	2	212	8	68	do.
do.	do.	2	225	9	72	do.
do.	do.	2	275	7	88	do.
do.	do.	2	300	7,5	96	do.
Tiegel-Gussstahl	do.	2	400	6,5	128	do.
do.	do.	2	400	6	128	do.
do.	do.	2	400	7,5	128	do.
do.	hart	2	575	5	183	do.
do.	do.	2,3	800	5	193	Pflugseildraht
do.	do.	2,3	825	5	199	
Phosphorbronze	halbweich	2	175	2,25	56	Seildraht
do.	do.	2,4	300	2	67	do.
do.	do.	1,8	125	8	50	do.
do.	do.	1,8	100	8	40	do.
do.	do.	1,8	125	8	50	do.
do.	do.	1,8	125	9	50	do.

Sämmtliche Drähte waren der Fabrik der Herren Felten & Guilleaume entnommen, mit Ausnahme der Drähte aus Phosphorbronze, welche von der Phosphorbronze-Compagnie in London theils als Draht theils als Probe-Drahtseil geliefert worden waren. Die vier letzten Versuche wurden mit Phosphorbronzedrähten, die einem Drahtseile aus dem Wurmreviere entnommen waren, gemacht.

Zu den Angaben der Spalte 5 vorstehender Tabelle ist noch zu bemerken, dass deren Zahlen die Anzahl Doppelbiegungen (1 Biegung nach vorwärts und 1 Biegung nach rückwärts) angeben.

Aus der Tabelle springt sofort die Vorzüglichkeit des Gussstahldrahtes gegenüber anderem Draht in die Augen. Diesem Umstande ist es zuzuschreiben, dass auch in Bezug auf die Anschaffungskosten ein Gussstahl-Drahtseil alle anderen Materialien übertrifft, was in übersichtlicher Weise aus nachstehender Tabelle III hervorgeht, welche eine Berechnung über runde Förderseile für 400m Schachtteufe, 450m Seillänge und einer Bruttoförderlast = 5500k ohne Seilgewicht enthält.

Tabelle III.

Material	Seildicke mm	Anzahl der Drähte	Dicke der Drähte mm	Gewicht pro Meter k	Bruchbelastung pro Quadratmillimeter k	Totale Bruchbelastung k	Sicherheits-Coefficient	Seilgewicht (frei hängend) k	Totales Seilgewicht k	Preis pro Kilogr. M	Gesammt-Preis M
Eisen geglüht	60	133	3,4	11,20	40	48 279	4,8	4480	5040	0,45	2268
Eisen blank	55	133	3,1	9,3	55	55 195	6	3720	4185	0,50	2092
Phosphorbronze	55	133	3,1	9,3	55	55 195	6	3770	4185	3,50	14647
Siemens-Martin-Stahl	50	133	2,8	7,7	65	53 200	6,2	3080	3465	0,85	2945
	45	133	2,5	6,25	75	48 944	6	2500	2812	0,85	2390
Gussstahl von Felten & Guilleaume	31	114	2	3,25	120	42 978	6,3	1300	1462	1,40	2046

Setzt man die Anschaffungskosten eines Gussstahl-Drahtseiles = 1, so ergeben sich diejenigen von anderem Material in aufsteigender Reihe für

blanken Eisendraht . . . . = 1,02
geglühten - . . . . = 1,11
Siemens-Martin-Stahl in harter Qualität = 1,16
Siemens-Martin-Stahl, weicher . . . = 1,44
Phosphorbronze . . . . = 7,16.

Aus der tabellarischen Zusammenstellung geht ferner hervor, dass schon bei einer Teufe von 400m geglühter Eisendraht nicht mehr verwendbar wird, da der Durchmesser bis zu 60mm und das Seilgewicht bis zu 5040k anwachsen. Aber selbst blanker Eisendraht ergiebt gegen Gussstahl den 1,8 fachen Durchmesser und das 2,86 fache Gewicht, Factoren, welche den ungünstigsten Einfluss auf die Construction sowie den Betrieb der Fördermaschinen ausüben. Bei dem Drahtseil aus Phosphorbronze treffen dieselben ungünstigen Verhältnisse zu, von dem hohen Preise ganz abgesehen.

Seile aus Siemens-Martin-Stahl in der Qualität von 65k Tragfähigkeit pro Quadratmillimeter hätten gegen blanken Eisendraht den Vorzug etwas geringeren Durchmessers und Gewichtes, jedoch ist das Preisverhältniss ungünstig.

Durchweg vortheilhaft erweist sich das Gussstahl-Drahtseil, welches mit dem geringsten Eigengewicht oder dem geringsten Durchmesser die mässigsten Anschaffungskosten verbindet, Eigenschaften, welche die ausgedehnte Anwendung derselben für immer sichern und dem Bergbau ein unschätzbares Hilfsmittel bei der Förderung bieten. —

Nachdem die in Obigem beschriebenen Versuche die vorzügliche Qualität der genannten Fabrikate dargethan hatten, wurde zur Besichtigung der Fabrik geschritten.

Das Carlswerk ist im Jahre 1874 neu erbaut worden und besteht ausser dem Verwaltungsgebäude, den Hilfswerkstätten aus einstöckigen geräumigen Fabrikräumen mit Sheddächern, die einen Flächenraum von fast 4 Morgen oder etwa 100000^{qm} bedecken.

Als Motor ist eine horizontale Expansionsmaschine mit Condensation von 250 Indicator-Pferdest. mit vier Dampfkesseln angelegt. Dieselbe ist bei Nolet in Gent erbaut und treibt gegenwärtig mit einem Theil ihrer totalen Leistungsfähigkeit 50 Ziehscheiben für Seildraht und 16 Seilmaschinen.

Es mag hier Erwähnung finden, dass eine der grössten Ausführungen genannter Fabrik das Drahtseil für die Tauerei auf dem Rhein ist, wovon bis jetzt gegen 650^{km} geliefert sind.

Das Etablissement hat directen Eisenbahnanschluss an die Bergisch-Märkische Eisenbahn, beschäftigt gegenwärtig 250 Arbeiter und producirt täglich ungefähr 400 Centner Drahtseile in den verschiedensten Dimensionen.

Ueber die Verwendbarkeit von Eisenerzen zur Bessemerfabrikation und über das Vorkommen derselben.

Von A. Weinlig.

(Vorgetragen in der Sitzung des Hannoverschen Berzirksvereines vom 18. Februar 1876.)

Wie bekannt ist der Bessemerprocess ein intensiv verlaufender Puddelprocess, also ein oxydirendes Schmelzen. Das für Erzeugung von Bessemerstahl verwendete Roheisen wird durch den Hohofenprocess, reducirendes Schmelzen, aus den Bessemererzen erblasen.

Die Bedingungen, welche für die Verwendbarkeit eines Roheisens zur Bessemerfabrication erfüllt sein müssen, gelten im verschärften Masse für die Eisenerze, aus welchen das Roheisen erzeugt wird. Zur Feststellung dieser Bedingungen mag die grosse Zahl Analysen von Bessemer-Roheisensorten dienen.

Daraus ergiebt sich als erster Bestandtheil für gutes Bessemereisen der Kohlenstoff, welcher als Graphit vorhanden sein soll und in Mengen von 3 bis 4 pCt. Versuche, weisses oder halbirtes Roheisen zu verbessemern, sind bis jetzt missglückt. Ein höherer Graphitgehalt, also ein Roheisen von übergarem Gange, wirkt beim Bessemerprocess durch Verlegung der Winddüsen belästigend.

Mit der Aufnahme von Graphit im Roheisen steigt auch der Siliciumgehalt desselben, welcher ein ebenso wichtiger Bestandtheil desselben wie Graphit ist, er kann kaum zu hoch sein. Nach Åkerman entwickelt ein Gewichtstheil Silicium 7830^{c}. Hochsilicirte Roheisensorten zerfressen leicht das feuerfeste Futter der Birne. Der Siliciumgehalt der verschiedenen Roheisensorten liegt zwischen 1,5 und 3,5 pCt.

Der Mangangehalt des Bessemereisens liegt zwischen 0 und 5 pCt., auch darüber.

Nothwendig für den Bessemerprocess ist ein Mangangehalt nicht, ja ein hoher Gehalt giebt sehr qualmende Bessemerchargen und wirkt dadurch erschwerend. Auch hier ist ein mittlerer Gehalt wol das Richtigere; es müssten anderenfalls manganfreie Erze billiger zu Gebote stehen, um deshalb ein manganfreies Roheisen herzustellen.

Waren nun die vorgenannten Bestandtheile im Roheisen theils nothwendig, theils mehr oder weniger indifferent, so sind es die folgenden drei in umgekehrter Weise, nämlich Schwefel, Kupfer und Phosphor.

Schwefel giebt rothbrüchigen Stahl, sowie Kupfer unganze, rissige Stahlblöcke. Der Einfluss des Schwefels nimmt bei zunehmendem Kohlenstoffgehalte ab. Nach Stenzel enthielt Rohstahl aus Steiermark 0 pCt. Kupfer und 0,002 pCt. Schwefel, Brescianstahl 0,02 pCt. Kupfer und 0,028 pCt. Schwefel.

Während Schwefel beim Bessemerprocess zum Theil entfernt wird, bleibt Kupfer unverändert beim Stahl zurück. Ebenso concentrirt sich der totale Procentgehalt an Phosphor im Bessemerroheisen im Stahle. Gutes Bessemerroheisen soll höchstens 0,1 pCt. Phosphor haben.

Phosphor macht den Stahl spröde, empfindlich gegen Stoss und Schlag, sein Einfluss steigt mit zunehmendem Kohlenstoffgehalte, so dass derselbe Phosphorgehalt einen Stahl unbrauchbar machen kann, der in einem Schmiedeeisen kaum bemerkbare Nachtheile äussert. —

Es sind nun diejenigen Eisenerze Bessemererze, welche ein Roheisen erzeugen lassen, das den vorstehenden Bedingungen entspricht.

Man unterscheidet die verschiedenen Eisensteine wie folgt:

1) Magneteisensteine,
2) Rotheisensteine,
3) Brauneisensteine älterer Formation,
4) Spatheisensteine,
5) Thoneisensteine,
6) Kohleneisensteine,
7) Brauneisensteine jüngerer Formation,
8) Gelbeisensteine,
9) Raseneisensteine.

Als Bessemererze sind nicht anzusprechen Raseneisensteine, Gelbeisensteine, Brauneisensteine der Jura- und jüngeren Formationen, Kohleneisensteine und Thoneisensteine, allein wegen ihres zu grossen Phosphorgehaltes. Ohne Ausnahme gelten Spatheisensteine und aus Spath entstandene Brauneisensteine als Bessemererze, ferner Braun-, Roth- und Magneteisensteine, welche gangartig auftreten.

In geognostischer Beziehung treten Bessemererze auf im Granit, der Silurformation, bezw. Devonformation, der Culmformation, im Zechstein, endlich im Trias, aber nur vereinzelt im Buntsandstein. Von da ab bis zu den jüngsten Formationen sind die vorkommenden Eisenerze zur Erzeugung von Bessemereisen nicht mehr verwendbar. —

Was nun das Vorkommen von Bessemererzen in den stahlproducirenden Ländern betrifft, so wäre darüber Folgendes kurz anzuführen.

England vor allen anderen hervorragend durch ausgezeichnete Qualität einheimischer Erze, der berühmten Hämatiterze, als auch durch Massenproduction der Stahlfabrikate. Trotzdem werden noch grosse Quantitäten spanischer und algierischer Erze importirt.

Schweden's Magnete und Eisenglanze sind seit alter Zeit berühmt, ihr Vorkommen ist stockförmig im Gneiss.

Ebenso in Norwegen, wo die Eisensteingänge zwischen den Carbonaten von Kalk, Magnesia und Mangan als Hangendem und Hornblendeschiefer als Liegendem vorkommen.

Italien, Spanien und Portugal exportiren die besten und edelsten Bessemererze, Eisenglanze im Glimmerschiefer zum Theil in Magneteisensteine umgewandelt.

Afrika's Provinzen Bona und Constantine in Algier liefern bedeutende Quantitäten der edelsten Bessemererze, welche gangförmig im krystallinischen Schiefer als Magnet- und Rotheisenstein auftreten.

Griechenland, die Insel Seripho (eine der Cykladen) Magneteisensteine, Eisenglanze, Braun- und Rotheisensteine im Glimmerschiefer.

Russland. Magneteisensteine treten im Ural in dessen krystallinischen Gesteinen auf.

Amerika. In den Vereinigten Staaten liefert New-Hampshire gangförmigen Magneteisenstein, New-York Eisenglanz und Magneteisenstein im krystallinischen Schiefer, Michigan Eisenglanz und Rotheisenstein in den azoischen Schiefern und Missouri Eisenglanze im Porphyr.

Oesterreich-Ungarn ist classischer Boden für Bessemererze; Spatheisenstein in Steiermark und Kärnten zwischen Grauwackenkalkstein und buntem Sandstein.

Deutschland, vornehmlich Preussen hat in Oberschlesien Brauneisensteine, im Harz gangförmig auftretende Roth-, Braun- und Spatheisensteine der edelsten Art in der Grauwacke und Granit, sowie einzelne Varietäten Magneteisensteine bei Elbingerode in der Devonformation. Das Siegerland mit seinen edlen Spathen ist weltberühmt; dieselben treten in den unterdevonischen sogenannten Coblenz-Schichten gang- und stockförmig auf. Noch ist zu nennen das Sauerland wegen seiner Rotheisensteine bei Bredelar, sowie im

Kreise Wetzlar bei Biedenkopf und Braunfels. Ferner die rothen Berge bei Schwelm, Brauneisensteine, aus Schwefelkies entstanden, der unter dem Eisensteinlager noch mächtig ansteht. Endlich das Vorkommen von zersetzten Spatheisensteinen am Hüggel bei Osnabrück.

Von den anderen deutschen Staaten, in denen Bessemererze auftreten, ist zu erwähnen das Königreich Sachsen, Magneteisenstein zu Berggieshübel bei Pirna; Thüringen, Spatheisenstein.

Zum Schluss noch der lebhafte Wunsch, dass Deutschland, welches durch seinen massenhaften Bezug von ausländischen Bessemereisen und Bessemererzen dem Auslande noch in grossem Massstabe tributpflichtig wird, durch vermehrte Aufschlüsse an Bessemererzen in der Heimath und durch Verhüttung der billigeren eigenen Erze in den Stand gesetzt werde, die gewaltige fremde, besonders englische Concurrenz zu besiegen, und dass dadurch die Existenz seiner grossen Eisen- und Stahlwerke gesicherter werde, als sie bei gegenwärtigen Conjuncturen erscheint.

Technische Literatur.

Chemische Technologie.

Grundriss der chemischen Technologie von Dr. Jul. Post, Privatdocent zu Göttingen. I. Hälfte. 468 S. Berlin, 1877. Robert Oppenheim. —

Das Buch erfüllt in bemerkenswerther Weise die Anforderungen, die wir an ein kurzgefasstes Lehrbuch stellen. Der vor uns liegende erste Band bietet uns ein in klaren Zügen mit sicherer Hand entworfenes Bild des dieser „ersten Hälfte“ zugewiesenen Theiles der chemischen Industrie. Er liefert uns mehr als der Titel „Grundriss“ verspricht; die Abschnitte, welche wir genauer angesehen haben, bringen in möglichst knapper, aber durchsichtiger Ausdrucksweise, nicht nur mit scharfer Betonung hervorgehoben die wesentlichsten Momente, sondern auch die wichtigsten Details, theils in kurzer Andeutung, theils genauer Ausführung, doch stets in klarer von dem wissenschaftlichen Standpunkte*) ausgehenden Beleuchtung. Wenn wir so, um in dem Bilde zu bleiben, die einzelnen Abschnitte als wohl gelungene detaillirte Skizzen bezeichnen möchten, so können wir doch bevor auch die zweite Hälfte vollendet vor uns liegt, noch nicht voraussehen, ob sich das ganze Werk nach seiner Vollendung auch als ein abgerundetes Ganze darstellen wird, um so weniger, als der Verfasser in einer von der gewohnten abweichenden Weise disponirt hat. Seinem Zweck gemäss, „nicht die einzelnen Producte, sondern die einzelnen Industrien beschreiben, um ein möglichst anschauliches Bild von der Industrie als solcher und dem Ineinandergreifen ihrer einzelnen Zweige zu entwerfen,“ hat er in dem vorliegenden Bande nur die Fabrikation der Rohstoffe, das heisst: „die Darstellung der in andere Theile der chemischen Industrie wandernden und dort weiter zu bearbeitenden Rohproducte“ abgehandelt. Hierbei sind ungewöhnlicher Weise als Rohproducte Kunstproducte verstanden, welche die Industrie aus den Naturproducten bereitet, welche letzteren weniger scharf als Rohstoffe bezeichnet werden. Am klarsten ergiebt sich dieser für die Uebersicht des ganzen Buches wichtige Unterschied aus einer graphischen Darstellung, welche das Inhaltsverzeichniss illustrirt. Hier finden wir als Rohproducte aufgeführt: Schwefel, Alaun, Salpeter, Salpetersäure, Potasche, Salzsäure, Soda (Sulfat), Metalle, Ammoniak, Benzol, Theer, Holzkohle, Methylalkohol, Essigsäure, Blutlaugensalz, Knochenkohle. Die Fabrication dieser Stoffe bildet nebst derjenigen der als „Zwischenproducte“ bezeichneten: Kalk, Schwefelsäure, Coks und Holzkohle den Inhalt des ersten Bandes, während für den zweiten noch als „Endproducte“ übrig bleiben: Glas, Kochsalz, Thonwaren, Cement, Chlorkalk, Schiesspulver, Ammonsulfat, Metalle, Superphosphat, Leuchtgas, Paraffin, Solaröl, Farbstoffe, Leder, Essigsäure, Spiritus, Bier, Wein, Zucker, Seife, Stearin, Phosphor.

Ob diese Disposition zu empfehlen ist, muss vorläufig noch bezweifelt werden. Jedenfalls bringt sie den Uebelstand mit, dass wer sich über die Fabrication eines bestimmten Productes belehren will, diese in vielen Fällen über verschiedene Stellen des Buches zerstreut findet, die er ohne die Hilfe des alphabetischen Registers kaum auffinden würde.

Zur Soda z. B. bringt uns der Gang des Buches zuerst im IX. Abschnitt „Gewinnung der Kalium- und Natriumverbindungen und die dabei entstehenden Nebenproducte.“ Hier sind zunächst unter dem „Allgemeinen“ S. 312 alle Sorten der natürlichen und künstlichen Soda aufgeführt und beschrieben, die Grundsätze angedeutet, nach welchen ihr Handelswerth bestimmt wird, die Verwendung der Soda in der Industrie und zu anderen Zwecken kurz angegeben und Statistisches mitgetheilt. Nachdem darauf die übrigen Natriumverbindungen und ihre Nebenproducte: Brom, Jod, Salzsäure, Chlorkalk, Chlormagnesium und schwefelsaures Magnesium aus denselben Gesichtspunkten abgehandelt sind, folgen allgemeine Angaben über den „Rohstoff“ der Kalium- und Natriumverbindungen und eine „Uebersicht“ über ihre Fabrikation und unter „Chemische Aufsicht“ die Angaben über Prüfung von Potasche, Aetzkali, Kaliumsalpeter, Chlorkalium, Soda, Salzsäure und Chlorkalk. Nun folgt S. 337 bis 382 in ausführlicher Abhandlung die Verarbeitung der von der Natur gelieferten Rohstoffe. a. Verarbeitung von mineralischem Rohstoff. α) aus dem Meer und seinen Abkömmlingen. 1) Steinsalzindustrie (incl. der Verarbeitung der Kalisalze von Stassfurt und Kalusz). 2) Meerwasserindustrie. 3) Salzquellen- und verwandte Industrien. 4) Ausbeutung von Natronquellen, -seen und -lachen. β) aus der festen Erdkruste.*) 5) Verarbeitung von Chilisalpeter. 6) Verarbeitung von indischem Salpeter. 7) Verarbeitung von künstlicher Salpetererde. 8) Verarbeitung von sodahaltigen Auswitterungen (S. 367). 9) Verarbeitung von Feldspath. b. Verarbeitung von organischem Rohstoff. α) aus dem Meer und seinen Abkömmlingen. 10) Verarbeitung der Meerespflanzen (Jod und Jodkalium). 11) Verarbeitung der Salzpflanzen auf Soda (S. 374, 29 Zeilen). β) aus der festen Erdkruste. 12) Verarbeitung der Holzasche (Potasche). 13) Von Rübenmelasse (Potasche). 14) Von Wollschweiss (Potasche). Darstellung gereinigter Potasche. B. Chemische Umsetzung zwischen den Rohstoffen. α) Darstellung der Carbonate nach Leblanc. Hier endlich kommen wir auf die eigentliche Sodafabrikation, doch wird auch hier nach der Darstellung des Sulfats nach Leblanc und nach Hargreaves (S. 385 bis 387) zunächst die Darstellung reiner Salzsäure, die Fabrikation des Chlorkalkes einschl. des Chlors mit ausführlicher Besprechung der Methoden von Weldon und Deacon, die Fabrikation des chlorsauren Kaliums und die der anderen Chlorsauerstoffverbindungen erledigt, bevor (S. 400 bis 411) die Verarbeitung des Sulfats auf Soda nebst der Verarbeitung der Sodarückstände an die Reihe kommen, woran sich die von dem Leblanc'schen abweichenden Sodaprocesse schliessen. Die Gewinnung der Soda aus Kryolith folgt consequenter Weise erst später bei der Verarbeitung „thonerdehaltiger Rohstoffe“ (S. 447).

Aus dem Angeführten ergiebt sich eine Vorstellung der Weise, wie der Verf. seinen Stoff angeordnet hat. Ein Urtheil darüber, ob die hervortretenden Mängel der Disposition von ihren Vorzügen aufgewogen werden, wollen wir aufschieben bis auch der zweite Band vollendet sein wird. Dieser wird uns auch Aufschluss darüber bringen, aus welchem Grunde im ersten Bande in den die Fabrikation der Rohproducte enthaltenden 4. Abschnitt: Metallverbindungen schon die „Metallüberziehung“ (Vergoldung, Galvanoplastik, Metallfärbung u. s. w.) abgehandelt sind, die uns den „Endproducten“ anzugehören scheinen, welche erst der zweite Band bringen soll. Wir sind jedoch weit davon entfernt, Mängeln der Disposition zu viel Gewicht beizumessen; wir meinen, wenn wir keine

*) Wir haben hierbei nicht blos die zahlreichen zur Erläuterung der Vorgänge dienenden chemischen Gleichungen im Sinne, die übrigens den Meisten übersichtlicher erscheinen würden, wenn sie statt der modernen Structurformeln in den einfachen empirischen Formeln ausgedrückt wären.

*) Beiläufig bemerkt, hat Nöllner vor Kurzem wahrscheinlich gemacht, dass dieser aus vorzeitlichen Ablagerungen von Seetang entstanden ist; daher auch sein Jodgehalt.

anderen anzugeben wissen, hiermit ein grosses Lob ausgesprochen zu haben.

Vollständig einverstanden sind wir damit, dass in einem „Allgemeinen Theil“ die „in der chemischen Industrie befolgten allgemeinen Operationen“ angegeben sind, worunter ausser den mechanischen Vorbereitungsarbeiten namentlich das Auslaugen und Ausziehen durch Dämpfe, Absorbirenlassen der Gase, Eindampfen u. s. w. gerechnet sind; während sonst Methoden, welche für alle ähnlichen Fälle anwendbar sind, bei einem beliebigen Industriezweige abgehandelt zu werden pflegen, z. B. die methodische Auslaugung bei der Sodafabrikation. Dieser allgemeine Theil enthält ausserdem noch die Reinigung des Wassers, die Wärmeerzeugung (Brennstoffe und Oefen) und Kälteerzeugung d. h. Eiserzeugung, wobei sich freilich die Frage aufdrängt, ob, wenn die Ueberführung des Wassers in den festen Aggregatzustand der chemischen Technologie zugewiesen wird, nicht consequenter Weise die Lehre von der Dampferzeugung ebenfalls ihrem Gebiete einverleibt werden müsste?

In Betreff der Abbildungen ist namentlich gegen Ende des Buches eine Sparsamkeit bemerklich, welche noch auffallender dadurch wird, dass offenbar bei der Auswahl besondere Rücksichten genommen sind. Wir können wenigstens keinen Grund dafür auffinden, warum der Apparat, der in den grössten Dimensionen und im genauesten Detail ausgeführt wurde, eine Filterpresse mit dem Zeichen der Firma Louis Walkhoff ist, während bei der Fabrikation des Sulfates und der Soda alle Illustrationen fehlen. Dagegen sind die 46 Uebersichtstabellen hervorzuheben, welche in der Art der in Hüttenwerken seit alter Zeit üblichen Stammbäume den etwas verwickelten Betrieb einiger Industriezweige übersichtlich machen. Ls.

Hüttenwesen.

Ueber den Einfluss von Silicium, Schwefel, Phosphor und Mangan auf die Eigenschaften des Eisens und über die Beziehungen von Wolfram und Titan zu Eisen. Von R. Åkerman, Prof. an der Stockholmer Bergschule. Nach dem Englischen ins Deutsche übertragen und herausgegeben von Josef v. Ehrenwerth, k. k. Adjunkten an der k. k. Bergakademie zu Leoben. 67 S. Leoben, 1877. Otto Protz. —

Die umfängliche und sehr gründliche Arbeit Åkerman's über die Nebenbestandtheile der Eisenfabrikate und über ihren Einfluss auf die Eigenschaften des Eisens hat allseitige Beachtung gefunden. Angesichts der vielen haltbaren und nicht haltbaren, oft auf die kindlichsten Vorstellungen von den chemischen Eigenschaften und Beziehungen des Eisens gegründeten Vorschläge zur Beseitigung jenes üblen Einflusses musste jede verständige Sichtung und Zusammenstellung des vorhandenen theoretischen wie des technischen Materiales willkommen geheissen werden, welche den Stand unseres Wissens und Könnens in den gedachten Beziehungen aufs Neue feststellt und alle missverstandenen und falschen Vorstellungen beseitigt.

Hr. v. Ehrenwerth, welcher schon vor längerer Zeit die deutsche Bearbeitung der Åkerman'schen Arbeit in dem Organ der steirischen und kärntner Eisenindustriellen veröffentlichte, hat einen guten Gedanken gehabt, indem er durch eine Separatausgabe seiner treuen und gewissenhaften Wiedergabe des englischen Originales eine weitere Verbreitung gegeben. Den deutschen Fachgenossen empfehlen wir die Lectüre des Werkchens aufs Angelegentlichste. E. F. D.

Dampfmaschinen.

Die Dampfmaschine vom ökonomischen und praktischen Standpunkte betrachtet. Für Maschinenbesitzer, Ingenieure und Freunde der Dampfmaschine überhaupt. Von Otto H. Müller, Civil-Ingenieur und Maschinen-Baumeister in Budapest. 116 S. Wien, 1877. Commission bei Carl Gerold's Sohn. —

Das vorliegende Werk liefert einen schätzbaren Beitrag für das Verständniss der Beziehungen und Wechselwirkungen zwischen Dampfmaschine und Kessel, und ist besonders der erste Abschnitt, den Brennstoffverbrauch von Dampfanlagen behandelnd, für den praktischen Ingenieur dadurch interessant, dass durch Beispiele aus der Praxis nachgewiesen wird, wie durch rationelle Aenderung der Maschine gleichzeitig ein rationeller Kesselbetrieb erreicht worden ist. In Betreff der Anordnung der Feuerungsanlage eines Dampfkessels spricht sich der Verfasser für das Princip der Innenfeuerung bei Flammrohrkesseln aus, und bekämpft die Unterfeuerung in solchen Fällen. Die Vorfeuerungen werden vollständig verworfen; der Verfasser nennt sie nur „Nothbehelfe für feuchte, geringe oder erdige Braunkohlen.“ Wir können uns dieser Ansicht nicht anschliessen, und wenn der Verfasser darüber klagt, dass Gewölbe, Roste u. s. w. bei Vorfeuerungen fortwährenden Reparaturen unterliegen, so können wir nur constatiren, dass so weit unsere eigene Erfahrung reicht, bei guter Arbeit und Material die Abnutzung der Vorfeuerung nicht grösser ist als die einer jeden anderen Art der Feuerung.

Das Capitel „Vom Kessel“ bietet nicht nur schätzenswerthe Anhaltspunkte für die Wahl neuer Kessel, sondern warnt auch die Kesselbesitzer davor, ohne weiteres vorhandene Kessel zu beseitigen, und wird in dieser Beziehung durch Beispiele der Praxis nachgewiesen, wie es möglich war, mit verhältnissmässig geringen Kosten einen früher nicht ökonomischen Betrieb vortheilhafter einzurichten. Hierbei widmet der Verfasser den Vorwärmern und Economisern ganz besondere Aufmerksamkeit.

Der Dampfmaschine selbst und ihrer Bedienung ist ein besonderer Abschnitt gewidmet, und können wir denjenigen Theil, welcher das Anlassen der Maschine speciell behandelt, dem Leser nur auf das Angelegentlichste zur Beachtung empfehlen.

Der Verfasser hat in seinem Werke seine eigensten Erfahrungen niedergelegt, und ist es ganz besonders beachtenswerth, dass er als Belag für die Richtigkeit seiner Ansichten schliesslich Resultate giebt, welche sich in Gulden und Kreuzer ausdrücken, d. h. er stellt sich absolut auf den Boden des praktischen Geschäftsmannes.

Die Ausstattung des Buches ist eine elegante zu nennen, und können wir dasselbe dem betreffenden Publicum auf das Beste empfehlen. A. P.

Berichtigungen zu Heft 2 und 4.

Seite 61, Zeile 22 von unten u. s. w. lies stets: Fohrschacht statt Fahrschacht.
- 63 - 19 - oben lies: Trautz statt Frantz.
- 67 - 2 - oben lies: $R + \frac{1}{2} W$ statt $R - \frac{1}{2} W$.
- 67 - 12 - oben lies: $-\frac{1}{2} W$ statt $\frac{1}{2} W$.
- 157 - 20 - oben lies: würde statt würden.

A. W. Schade's Buchdruckerei (L. Schade) in Berlin, Stallschreiberstr. 47.

ZEITSCHRIFT

DES

VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE.

1877. **Band XXI. Heft 7.** **Juliheft.**

Abhandlungen.

Wassergewinnung für die Wasserleitung der Stadt Aachen.

Vom Markscheider **Siedamgrotzky** in Aachen.

(Vorgetragen in der Versammlung des Aachener Bezirksvereines vom 10. Januar 1877.)

(Schluss von Seite 261.)

Es ist die östliche Fortsetzung des oben erwähnten Eynattener Kalkzuges, der in der Nähe von Lichtenbusch auf geringe Erstreckung durch Sand überlagert ist. Als sogenannter Sattel fallen seine Schichten am Nordrande gegen Norden, am Südrande gegen Süden ein und werden rings vom Steinkohlenschiefer umschlossen. In der Richtung nach Osten verschwindet er in der Nähe des Dorfes Niederforstbach ganz, indem er alsdann die untere Grenze der sich hier einlagernden Inde-Kohlenmulde bildet. Die westlichste Grube dieser Mulde, die Jamesgrube würde ihn, wenn ihre Schächte weiter abgeteuft würden, erst bei einer Teufe von 500 bis 600^{m} erreichen. Der ganze Zug wird durch kein Bachthal durchschnitten, er steht bis zur Höhe der einzelnen Quellen ganz gefüllt mit Wasser an, da die früher erwähnten Geulbachquellen keine Thäler bilden und immerhin noch mindestens 200 Fuss über der Sohle des projectirten Stollns liegen dürften. Eine in der Nähe von Eich hervortretende Quelle giebt einen Anhaltspunkt über die zu erwartende Wassermenge, da dieselbe selbst in der trockensten Jahreszeit noch immer ein Quantum von 30000 Cubikfuss in 24 Stunden ergab.

Als erstes Ziel des Stollns betrachtete Hr. Honigmann den Nordflügel des Kalkes. Bei ungenügenden Zuflüssen desselben sollte einfach der Stolln horizontal weiter bis in den Südflügel fortgeführt werden; als Reserve bliebe dann immer noch die künstliche Wasserhebung aus grösserer Tiefe. Der Stolln selbst erfüllt einen doppelten Zweck, erstens zur Lösung der Wasser und dann als Reservoir. Er soll zu dem Zwecke horizontal aufgefahren und nach Fertigstellung am Mundloch durch Aufmauerung eines Dammes abgesperrt werden derart, dass bei der nicht vollständigen Ausnutzung der Zuflüsse der Ueberschuss aufgestaut werden kann. Auf diese Weise wird nicht allein alles Wasser nutzbar reservirt werden können, sondern es wird dasselbe auch stets seine angenehme Temperatur, kühl im Sommer, temperirt im Winter, erhalten.

Se. Excellenz Hr. Ober-Berghauptmann v. Dechen, dem das so entworfene Project vorgelegt wurde, sprach sich in dieser Begutachtung vom 29. Mai 1870 ganz entschieden für die Ausführung dieses Projectes aus, indem er namentlich hervorhob, dass nach allen Erfahrungen beim Bergbau die von Hrn. Honigmann auf 150000 Cubikfuss pro 24 Stunden bezifferten Zuflüsse nach diesem Project mit Sicherheit mindestens erwartet werden dürften.

So wurde denn am 13. Juli 1871, nachdem vom Gemeinderathe die Ausführung dieses Projectes beschlossen, und die nöthigen Gelder bewilligt waren — durch Hrn. Bürgermeister Dahmen in Gegenwart der Wasserleitungs-Commission der erste Spatenstich an dieser für die Stadt so wichtigen Angelegenheit vorgenommen.

Das Mundloch des Stollns ist in einem kleinen Seitenthale des Beverbaches, in der Nähe des Lingterter Baches, angesetzt, dasselbe liegt 2 Fuss über dem Niveau des benachbarten oberen Hedbendens Weiher und ist, wenn man der Trierer Staatsstrasse bis Forst und von hier aus der Forst-Hidtfelder Communalstrasse an der Forster Kirche und der dicht dabei stehenden grossen Linde vorbei folgt, in etwa 1 Stunde zu erreichen. Die Länge der später auszuführenden Hauptrohrleitung wird bis zur Stadt (Adalbertsthor) 5320^{m} betragen.

Die Sohle des Stollnmundloches, also auch des Stollns, liegt bei 217^{m},5 Höhe über dem Nullpunkte des Amsterdamer Pegels.

Zur Beurtheilung der Höhenlage der einzelnen Stadttheile mögen folgende Zahlen dienen:

	über Amst. Pegel	Druckhöhe
Pulverthurm Promenade .	207^{m},5	10^{m},0
Krugenofen	203^{m},3	14^{m},2
Jacobsthor	198^{m},2	19^{m},3
Anfang der Kupferstrasse in der Ludwigsallee . .	197^{m},0	20^{m},5
Sandkaulsteinweg (Knipp)	191^{m},3	26^{m},2
Bahnhof Marschierthor .	186^{m},4	31^{m},1
Polytechnicum	178^{m},1	39^{m},4
Markt	174^{m},3	43^{m},2
Adalbertsrundplatz . . .	158^{m},5	59^{m},0

Rechnet man nun auch den durch die Reibung in den Röhren entstehenden Druckverlust ab, so geht doch aus obigen Zahlen schon hinreichend hervor, dass die Lage des Stollns eine derartige ist, dass alle Theile der Stadt durch natürlichen Druck mit Wasser versorgt werden können.

Gleich beim Beginn der Arbeiten wurde die Frage erörtert, welche Mittel zum Schutze des gefundenen Wassers zu ergreifen seien. Das Terrain, in welchem der Stolln getrieben wird, ist von verschiedenen Bergwerksconcessionen überdeckt, nämlich durch Alexander auf Steinkohlen, Henriette und Ferdinand auf Eisenstein, durch Eich-Richard auf Blei und durch Cornelia auf Eisenstein, Blei und Galmei. Obgleich verschiedene Versuchsarbeiten stets ungünstige Resultate für den Bergwerksbetrieb in der dortigen Gegend ergeben hatten, so war es doch wünschenswerth, sich für alle Eventualitäten zu sichern, und wurde als bestes Mittel hier die Erwerbung der Oberfläche über dem Stolln angesehen. Da der Stolln in gerader Linie bis zum Südflügel des Kalkes durchgetrieben werden soll, so wurde bei der königl. Regierung die Erwirkung des Expropriationsrechtes zur Erwerbung eines 12^{m} breiten Streifens vom Mundloche ab auf eine Länge von 2415^{m} beantragt und von der Regierung in der entgegenkommendsten Weise erwirkt. Infolge dessen war es möglich, mit 57 der Grundbesitzer ein gütliches Uebereinkommen derart zu treffen, dass zwar die Stadt den 12^{m} breiten Streifen über dem Stolln ankaufte, ihnen aber die Benutzung der Oberfläche unentgeltlich überliess. Nur bei zwei Grundbesitzern musste das Expropriationsverfahren praktisch durchgeführt werden. Die Stadt ist somit im Besitz der ganzen Oberfläche über dem Stolln und ist als Grundbesitzer auch im Besitz des erschrotenen Wassers den Bergwerks-Concessionären gegenüber gesichert.

Der Stolln wird in einer Höhe von 7 und in einer Breite von 6 Fuss ganz horizontal und in gerader Richtung (h. 11$\frac{2}{16}$) gegen Süden getrieben. Zum Abfluss der Wasser dient eine am östlichen Stosse angelegte Wasserseige von 0^{m},25 Tiefe. Die Förderung geschieht vermittelst eingebauter kleinspuriger Schienenbahn und Wagen von etwa 8 Scheffel Inhalt und wurde in den ersten 600^{m} zum Mundloch, in der weiteren Entfernung durch die eigens dazu eingerichteten Förderschächte mittelst einfacher Haspel bewirkt. Die Wetterführung geschieht durch besondere Luftschächte, die in Entfernungen von etwa 250^{m} über der Stollnlinie eingeschlagen werden, und von dort bis vor Ort mittelst 8zölliger Zinklutten, die sich sehr gut bewähren. Der Stollnort ist mit drei 8stündigen Schichten belegt, die sich zu je 2 Mann auf der Arbeit ablösen. Eine Unterbrechung der Arbeiten findet daher nur an den Sonn- und Festtagen statt. So viel es angeht, werden alle Arbeiten im Accord ausgeführt, namentlich der Stollnort, bei welchem je nach der Festigkeit des Gesteins der Accordsatz zwischen 20 bis 100 ℳ schwankte. Im Jahre 1871 geschah der Betrieb nur vermittelst des Stollnortes, im Jahre 1872 und 1873 durch Einrichtung eines Gegenortsbetriebes (Förderschacht I bei 650^{m} Stollnlänge) an drei Punkten. Im Jahre 1874 und 1875 wieder nur durch den einen Betriebspunkt des Stollnortes und im Jahre 1876 wurden durch Einrichtung eines zweiten Gegenortsbetriebes (Förderschacht II) bei 1180^{m} wieder drei Arbeitspunkte erreicht. Zu ersterem Gegenortsbetriebe wurde zur Förderung und Wasserhebung eine 20pferdige Locomobile verwendet, während bei letzterem, welcher im Schiefer steht, die Förderung und Wasserhebung mit einfachem Haspel erfolgen. Der Durchschlag dieses Gegenorts mit dem Stollnort würde in etwa zwei Monaten bewirkt sein.

Die bis zum Ende 1876 aufgefahrene Länge beträgt einschl. der 55^{m} Gegenortsbetrieb im Förderschachte II 1146^{m},4 und zwar wurden aufgefahren

1871	165^{m}	1872	220^{m}	1873	315^{m}
1874	192^{m}	1875	92^{m},9	1876	161^{m},5

so dass von der ganzen in Aussicht genommenen Länge von 2415^{m} bis zum Contact am Südflügel noch aufzuwältigen sind 1268^{m},6.

Mit Ausnahme der ersten Meter am Stollnmundloch und einer am Kalke auftretenden Thonschicht, worin Keilhaue angewendet werden konnte, wurde stets Sprengarbeit angewendet, wozu bei trockenem Gestein gewöhnliches Sprengpulver, bei nasser Arbeit, namentlich der Wasserseige, Dynamit benutzt wurde.

Gleich am Mundloch erreichte man den Kohlenschiefer mit südlichem schwachen Einfallen. Derselbe, in ziemlich dicken Bänken brechend, bildet bei etwa 50^{m} vom Mundloch eine kleine Mulde, nimmt darauf ein flaches Einfallen gegen Norden an, um bei 110^{m} einen Sattel zu bilden, südlich dessen das südliche Einfallen von 25 bis 30^{0} regelmässig bis auf 320^{m} anhält. Wegen der Nähe der Oberfläche wurden die ersten 120^{m} vom Mundloch ausgemauert mit einem Profil von 6 und 7 Fuss bei halbkreisförmigem Bogen und horizontaler Sohle. Bei etwa 290^{m} wird das liegendste der drei kleinen Wilhelmineflötze durchquert mit einer Mächtigkeit von 15 Zoll, wovon 11 Zoll Kohle und 4 Zoll Brandschiefer im Hangenden. Dasselbe liegt mitten in einer sehr festen Sandsteinbank von 6^{m} Mächtigkeit.

Obgleich schon früher und noch in jüngster Zeit Bergbau hierauf getrieben wurde, so ist doch bei der

geringen Mächtigkeit des Flötzes der letzt erwähnte Umstand so erschwerend, dass voraussichtlich kein Bergbau mit Vortheil darauf betrieben werden kann. Die Kohle ist fett, backt aber nicht und repräsentirt das unterste Flötz der Inde-Kohlenmulde. Bei 320^m tritt die Mulde ein, wahrscheinlich die Hauptmulde dieses ganzen Theiles, und fanden sich die darauf folgenden Schichten fast senkrecht stehend, einzelne sogar mit widersinnigen, d. h. südlichem Einfallen bis 83°. Das oben erwähnte Wilhelmineflötz wird daher nochmals durchquert, ist hier aber verdrückt und nur einige Zoll mächtig. Auch in diesen rechten Flügeln ist der Schiefer recht fest. Bei 450^m tritt der Sattel ein, nach welchem bis zur Kalkgrenze überhaupt nur noch südliches Einfallen von 20 bis 30° beobachtet werden konnte. Flötze wurden nicht weiter angetroffen. Der Schiefer selbst führt kein Wasser, dagegen liefern die verschiedenen Sandsteinschichten, von denen sechs ziemlich bedeutende und viele kleinere beobachtet wurden, schon ein Wasserquantum bis zu 30000 Cubikfuss pro 24 Stunden, die leider alle, wenn auch schwach, Eisengehalt zeigen. Mit einer 6^m,5 mächtigen sehr festen Sandsteinbank als liegendste Schicht schliesst das Kohlengebirge bei 910^m Stollnlänge ab, und kann daher der ganze Theil der hier durchquerten Schiefer als zu dem unproductiven Theile des Steinkohlengebirges gehörend bezeichnet werden. Die Conglomeratschicht, die an beiden Flügeln des Inde-Reviers in diesem Theile auftritt, wurde nicht beobachtet. Ein bei 907^m vom Mundloch niedergebrachter Schacht constatirte schon unter einer Bedeckung von etwa 12^m Thon das Vorhandensein des Kalkes. Derselbe wurde im Stolln bei einer Länge von 925^m erreicht, nachdem zwischen ihm und dem vorhin erwähnten Sandstein eine gegen 4^m mächtige Schicht rothen und gelben, sehr eisenschüssigen Thones unter starkem Druck durchörtert war.

Nur wenige Meter zeigt der stark geklüftete Kalk noch das analoge Fallen des Schiefers und nimmt bei 936^m ein entgegengesetztes nördliches Fallen an, das er bis vor Ort unter Bildung einiger Specialsättel und Mulden auch beibehalten hat. Diese abnorme Lagerung berechtigt zu der Annahme einer hier durchsetzenden grösseren Gebirgsstörung, einer Ueberschiebung, durch welche ein grosser Theil des Steinkohlenschiefers abgerissen werden musste. Der Kalk ist namentlich am Contact stark dolomitisch — eine von Hrn. Dr. M. Kind vorgenommene Gesteinsanalyse ergab das Vorhandensein von 28,7 pCt. kohlensaurer Magnesia. Die Färbung des Kalkes ist hellgrau; er ist ausserordentlich verwachsen, so dass die Schichtung nur an wenigen Stellen bei grosser Aufmerksamkeit genau verfolgt werden kann. Zahlreiche Klüfte bezw. Störungen durchsetzen ihn, sind aber meistens mit zähen Letten oder Thon ausgefüllt, so dass sie statt den Wasserzugang zu erleichtern, im Gegentheil ein Hinderniss für die Wassercirculation bilden. Sie sind wahrscheinlich durch Einschlämmung des auf dem Kalke lagernden rothen Thones hierhin gekommen, der durch Niederbringung von Bohrlöchern in einer Mächtigkeit von 12 bis 15^m überall auf diesem Nordflügel nachgewiesen wurde. Erst bei zunehmender Länge verschwindet der dolomitische Charakter des Gesteins, das eine mehr bläuliche Färbung annimmt, und weisen die jetzt vor Ort aufgefundenen Enkriniten darauf hin, dass das Liegende des Kalkzuges bald erreicht sein wird. Auch einige eingelagerte Schieferbänke wurden bemerkt, von denen die mächtigste, bei 1045^m Stollnlänge auftretend, etwa 1^m,2 mächtig ist. Im Ganzen sind bis jetzt im Nordflügel des Kalkes erst 166^m,4 aufgefahren worden.

Gleich beim Anhauen des Kalkes stellten sich Wasserzuflüsse ein. Durch Ausspülung des hier auftretenden rothen Thones wurden dieselben nicht allein mechanisch stark verunreinigt, sondern auch durch Auflösung des dem rothen Thon beigemengten Eisenoxyds in ihrer chemischen Zusammensetzung bedeutend verschlechtert. Eine wasserdichte Abmauerung dieses Theiles, durch welche ein Theil der Zugänge allerdings abgeschlossen, aber auch die Berührung des durch den Stolln fliessenden Wassers mit jenen eisenschüssigen Thonschichten absolut verhindert wurde, hat diesen Uebelstand fast vollständig beseitigt. Bei regelmässiger Lagerung hätte man bei Erreichung des Kalkes den Haupttheil aller Wasserzuflüsse sofort erhalten müssen, während die weitere Auffahrung in demselben nur noch geringe Zugänge bringen musste. Statt dessen wurden bei jedesmaliger Durchörterung einer neuen Kluft neue Wasser angehauen, die mit den bisher erreichten in keinem Zusammenhange standen. Es stellten sich ziemlich viele, wenn auch nicht bedeutende Quellen ein; viele von ihnen nahmen nach Ablauf der über der Stollnsohle im Gestein entstehenden Wasser an Reichhaltigkeit ab, manche versiegten in der trockenen Jahreszeit gänzlich, um auch in der nassen Jahreszeit nur spärlich wieder zu kommen. An Hauptquellen haben sich nun schon seit längerer Zeit vier Quellen erhalten, die bei 939, 983, 1007 und 1020^m Stollnlänge auftreten und sämmtlich ein schönes klares Wasser abgeben. Die letzten 70^m brachten nur geringe Zuflüsse, und erst vor Ort stellten sich wieder einige Zugänge ein.

Aus allen diesem geht hervor, dass der Kalknordflügel des Eicher Sattels die im Bezug auf Wasserreichthum auf ihn gehegten Erwartungen nicht erfüllte; auch ist dieser relativ geringe Zufluss von 20000 bis 30000 Cubikfuss nach den gemachten Aufschlüssen leicht erklärlich. Ueberdeckt von einer mächtigen Thonschicht ist dieser Kalkzug an der Oberfläche nirgends wahrnehmbar. Bei der Zähigkeit der Thonmassen ist auf ein Durchsickern der atmosphärischen Niederschläge nicht leicht zu rechnen. Die vielfachen mit Thon gefüllten Störungen treten der Wassercirculation hemmend entgegen, so dass eine weithin bemerkbare Wasserentnahme nicht eintritt, und endlich ist die Breite dieses Kalkzuges an und für sich schon ziemlich unbedeutend.

Es lag daher nahe, die ganze Stollnlinie durch Bohrung näher zu untersuchen. Diese in Entfernungen von 50^m niedergebrachten Bohrlöcher gaben ein genaueres

Bild über die Ausdehnung des ganzen Kalkzuges, indem sie zuvörderst constatirten, dass die jüngere Bedeckung des Kalkes nach Süden zu bedeutend abnimmt und in den letzten 400^m der ganzen Stollnlinie vollständig verschwindet, wie zahlreiche Kalksteinbrüche bei Eich und Oberforstbach dies bezeugen. Von 1150 bis 1250^m der Stollnlinie zeigte sich das Auftreten eines Schiefers; in demselben wurde der bereits erwähnte Förderschacht II bei 1181^m niedergebracht und in 37^m,5 Tiefe ein Gegenortsbetrieb eingerichtet, der noch heute belegt ist und von welchem aus nach beiden Seiten schon 55^m zusammen zu Felde gebracht sind. Wasser hat dieser, wie überhaupt aller Schiefer sehr wenig, seine Farbe ist grünlich grau, nach Abtrocknung wird er heller. Er zeigt grossen Reichthum an Glimmerblättchen und nur ganz geringe Spuren von Schwefelkies, wie denn auch eine Probe der Zuflüsse nicht die geringste Spur Eisengehalt nachwies. Ueber die Classification desselben ist mit Sicherheit noch nichts zu entscheiden, bis der Durchschlag mit dem Stollnort erfolgt ist. Nach einer Ansicht gehört er zum Kohlenschiefer, nach einer zweiten wäre er zu den jüngeren Schieferthonen zu rechnen, wofür allerdings seine geringe Härte sprechen könnte, nach einer dritten Ansicht, der ich zuneige, dürfte er dem Verneuilli-Schiefer zuzuzählen sein. Für diese Ansicht spricht die Färbung, das regelmässige nördliche Einfallen nach Nordosten mit 20 bis 25°, entsprechend den Schichten des Kalkes im Stolln, die charakteristisch ausgesprochene Schieferung und der grosse Reichthum an Glimmerblättchen. Ausserdem wurde schon bemerkt, dass der Stollnort im Enkrinitenkalk steht, welche Schichten stets die liegendste Partie des Kohlenkalkes auszumachen pflegen.

Ist diese letztere Ansicht richtig, so würde sich in der Stollnlinie die Erhebung eines Grauwackensattels zeigen, der wahrscheinlich auch die Ursache sein dürfte, dass die Wasser des Südflügels nicht mit jenen des Nordflügels communicirten. Der erstere wird bei fortgesetztem Betrieb in kurzer Zeit erreicht sein und über diese Punkte bald Klarheit verschaffen. Von diesem Zeitpunkte wird jedoch die Ausmauerung dieses Theiles vom Stolln, sowie einzelner Theile im Kalknordflügel noch geboten sein.

Weitere Bohrversuche zeigten das Vorhandensein einer kleinen Kohlenschiefermulde von 1900 bis 2050^m der Stollnlinie, so dass also auch hier eine Theilung des Südflügels in eine nördliche und südliche Partie stattfindet. Auf der östlichsten Spitze dieser letzteren Partie, etwa 500^m vom Stolln entfernt und noch 17^m über Stollnsohle, entspringen die bekannten Rolefer Quellen, deren Wasser also eigentlich als unmittelbare Ausflüsse des Kalkes zu betrachten sind. Trotz des durch diese Quellen nachgewiesenen Wasserreichthums und trotz des Umstandes, dass verschiedene westlich ausgeführte bergbauliche Versuchsarbeiten stets in kleiner Teufe den Wasserspiegel erreicht hatten und infolge dessen eingestellt werden mussten, glaubte die städtische Verwaltung dennoch sich verpflichtet, auch über die Zuflüsse des Kalksüdflügels in der Stollnlinie sich Gewissheit verschaffen zu müssen.

Es wurde daher in der oben erwähnten kleinen Schiefermulde bei 1942^m ein Schacht in Dimensionen von 1^m,88 zu 1^m,88 niedergebracht. Derselbe durchteufte dunkelgraue Schiefer bis zur Teufe von 31^m; einige kleine Kohlenschnitzchen, bei welchen sogar Calamiten beobachtet wurden, zeigten deutlich die Steinkohlenformation an. Das Einfallen der Schichten betrug 24° nach Süden. Mit 33^m wurde der Kalk erreicht, nachdem auch hier wie am Nordcontact eine ziemlich mächtige aber weniger feste Sandsteinbank und gelber und rother Letten durchteuft waren.

Von diesem Augenblicke stellten sich die Zuflüsse ein, während der Schacht im Schiefer trocken abgeteuft werden konnte.

Nach Aufstellung der vorhandenen 20pferdigen Locomobile und der zwei 6zölligen Pumpen von 3½ Fuss Hub wurde während der Zeit vom 1. Mai bis 1. Juli bei ununterbrochenem Gange der Maschine täglich ein Quantum von 31 896 Cubikfuss gepumpt, ohne dass es möglich war, den Wasserspiegel im Schacht tiefer als 28^m unter Tage gleich 13^m über Stollnsohle zu bringen; dabei wurde weder ein Trockenlegen jener Quellen, noch der benachbarten Brunnen des Dorfes Eich bewirkt. Ein zweiter Versuchsschacht bei 2042^m erreichte erst den Kalk bei 39^m,8, gleich Stollnsohle, mit nördlichem Einfallen der Schichten, so dass das Muldentiefste der kleinen Kohlenschiefermulde zwischen den beiden Schächten etwa bei 2000^m zu finden ist und sich nach den beiden Aufschlüssen etwa bis 43 bis 44^m niedersenken würde. Auch hier treten erst bei Erreichung des Kalkes die Wasser ein, die sich in kurzer Zeit bis auf 6^m unter Tage gleich 33^m,8 über Stollnsohle stellten.

Der Umstand, dass bei der Festigkeit des Kalkes im Allgemeinen kaum mehr als eine jährliche Auffahrung von 100^m zu erwarten sein dürfte, wonach bei dem alleinigen Stollnortsbetriebe mindestens 10 Jahre bis zur Durchbringung des Stollns in den wasserreichen südlichsten Flügel erforderlich wären, gab Veranlassung, auf eine grössere Beschleunigung des Stollnbetriebes Bedacht zu nehmen. Nach eingeholter Billigung Sr. Exell. des Hrn. v. Dechen soll bei 2000^m Stollnlänge, also im Muldentiefsten der kleinen Eicher Steinkohlenschiefermulde ein grösserer Schacht abgeteuft werden, auf dem zur Bewältigung aller auftretenden Wasser eine starke Maschine aufgestellt werden wird. Diese wurde nach öffentlicher Submission der Firma C. Mehler hier für den Preis von 76 000 ℳ zur Ausführung übertragen. Sie besteht aus einer liegenden eincylindrigen Maschine von 900^{mm} Durchm., 1800^{mm} Hub; sie hat Ventilsteuerung, ein Schwungrad von 24 000^k Gewicht und 8^m Durchm. und wird durch directe Uebertragung zwei Saugpumpen von 0^m,47 Durchm. in Bewegung setzen, die im Stande sind, bis zu einer Teufe von 100^m pro Minute 5^{cbm} Wasser zu heben. Die überschiessende Kraft könnte zum Betriebe von Gesteinsbohrmaschinen verwendet werden.

Der Schacht selbst wird 2^m,20 × 3^m,13 gross, erhält eine besondere Förderabtheilung und liegt 15^m westlich

von der Stollnlinie, mit der er auch nicht direct durch Querschläge verbunden wird; es soll vielmehr der Schacht bis zum Kalk oder noch etwas in denselben hinein, jedenfalls aber bis unter Stollnsohle abgeteuft werden. Hierdurch werden nicht allein die gepumpten Wasser, die bei der Klüftigkeit des Kalkes leicht circuliren, rein im Schacht erhalten werden, wodurch eine eventuelle Nutzbarmachung dieser Wasser gestattet ist, sondern bei der Stärke der Maschine wird es möglich sein, auf weitere Entfernung hin den Wasserspiegel im Kalk unter das Niveau des Stollns zu senken und so auf diese Weise in dem abgetrokneten Kalk die Eröffnung verschiedener Gegenortsbetriebe einzurichten. Wie weit dies geschehen kann, ist vorläufig nicht festzustellen, es sind jedoch Gegenortsschächte in Aussicht genommen bei 1420, 1620, 1942, 2042 und 2280^m Stollnlänge, wodurch die Fertigstellung des ganzen Stollns in 3 Jahren ausführbar erscheint.

Der Maschinenschacht ist auf 24^m bereits niedergebracht, er wird mit 40^m die Stollnsohle erreichen, die Maschinen und Pumpen sollen contractmässig am 31. August betriebsfähig sein.

Der ganze Maschinenbetrieb wird daher vorläufig nur für die schnelle Fertigstellung des Stollns in Anwendung gebracht; aber auch ausserdem wird der Besitz einer grossen starken Maschine für die Stadt von höchstem Vortheil sein, indem es im Belieben der Verwaltung liegt, durch weiteres Abteufen des Schachtes sich die Möglichkeit zu schaffen, auch grössere Wasserquantitäten unter der Stollnsohle zu heben. Genügten die Zuflüsse des Stollns etwa für die Sommerzeit nicht, so würde in der Maschine die für diesen Zweck nöthige Reserve liegen.

Ausserdem ist darauf Bedacht genommen, die zu Tage gehobenen Wasser durch geschlossene Rohrleitung bis zum nächsten Stollnschacht bei 1180^m, und durch diesen zum Stolln zu führen.

Hierdurch kann der Stadt ausser den Stollnwassern ein ganz bedeutendes Wasserquantum sofort zugeführt, und zugleich der kostspielige Maschinenbetrieb rationell verwerthet werden.

Die Wassermenge des Stollns ist seit beinahe 2 Jahren durch monatliche Messungen bestimmt. Entsprechend den Niederschlägen ist dieselbe natürlich verschieden und schwankte zwischen 70500 und 42800 Cubikfuss pro 24 Stunden. Auf diese Zuflüsse ist also mit Sicherheit zu rechnen. Von diesem Quantum dürfte die Hälfte aus den Sandsteinbänken des Kohlenschiefers, die andere Hälfte aus dem Kalknordflügel abfliessen.

Der Eicher Versuchsschacht lieferte 31896 Cubikfuss pro 24 Stunden. Durch Inbetriebsetzung der Locomobile werden dieselben sofort wieder zur Disposition stehen. Nimmt man nur das Minimal-Wasserquantum des Stollns von 42000 Cubikfuss an, so ergiebt sich daraus ein für die Zuführung zur Stadt sofort disponibles Quantum von 74000 Cubikfuss pro 24 Stunden. Eine Inbetriebsetzung des neuen Maschinenschachtes bei Eich wird natürlich das Quantum in bedeutender Weise erhöhen.

In Bezug auf Qualität des Wassers kann ich nur Befriedigendes berichten. Man muss sich dabei nicht durch das Aussehen der am Mundloch ausfliessenden Wasser bestimmen lassen; diese sind natürlich durch die Arbeiten im Stolln mechanisch verunreinigt; übrigens hat ein in letzter Zeit im Stolln eingerichtetes Filter bewiesen, dass schon eine geringe Filtrage hinreicht, um das Wasser zu klären. Als vor längerer Zeit die bedenklichsten Gerüchte über die Qualität des Stollnwassers in der Stadt circulirten, wurde Hr. Dr. Wings seitens der städtischen Verwaltung gebeten, eine genaue Analyse des Wassers vorzunehmen. Ich gebe hier das Resultat der am 25. Juni 1876 vorgenommenen Untersuchung wörtlich wieder:

„Das Gesammtwasser am Stollnmundloche hatte 10,3° C. bei 22,8° C. Lufttemperatur; es gab mit Gallustinctur erst nach längerem Stehen eine kaum bemerkbare Färbung:

500^{cc} Wasser erforderten 0^{cc},140 Chamäleonlösung,
entsprechend 0,0196 Eisenoxydul für 10000 Wasser,
100^{cc} erfordern 6^{cc},7 Seifenlösung;

das Wasser steht demnach in der Härtescala auf 27,135. Eine entschiedene Abnahme des Eisengehaltes wurde in dem 309^m vom Stollnmundloch entfernten Abfluss der Stollnwasser nachgewiesen:

500^{cc} gebrauchten nämlich nur 0,08 Chamäleonlösung,
entsprechend 0,0112 Eisenoxydul für 10000 Wasser,

und Gallustinctur bewirkte selbst nach längerem Stehen keine bemerkbare Färbung.

Das Wasser des Eicher Versuchsschachtes hatte 9,5° C. bei 22° C. Lufttemperatur. Gallustinctur sowie Chamäleonlösung waren vollständig indifferent; der erste Tropfen der Chamäleonlösung erhielt das Wasser auf länger als 10 Minuten in gleicher Färbung. Bei der Härtebestimmung wurde einmal das Wasser der Sohle des Schachtes entnommen, das andere Mal dem Ausflussrohre der Pumpe. In beiden Fällen wurde für 100^{cc} genau 6,5 Natronseifenlösung verbraucht = 26,325 der Härtescala. Die Rolefer Quelle hatte 10° C. bei 23° Lufttemperatur; sie zeigte nicht unerhebliche Gasentwickelung. Gallustinctur sowie Chamäleonlösung waren wie bei dem Wasser des Eicher Versuchsschachtes vollständig indifferent. Die in zwei Versuchen mit Seifenlösung ausgeführte Härtebestimmung ergab jedesmal für 100^{cc} Wasser genau

6^{cc},0 Seifenlösung, entsprechend 24,30 der Härtescala.

Die Untersuchung des Wassers der Rolefer Quelle, auf die quantitative Bestimmung der Einzelbestandtheile ausgedehnt, ergab folgendes Resultat:

In 10000 Theilen des Wassers sind enthalten:

Chlor	0,0619
Schwefelsäure	0,1100
Kieselsäure	0,0400
Kohlensäure	2,3320
Natron	0,1039
Kali	Spuren
Magnesia	0,2857
Kalkerde	0,9330.

Diese Substanzen lassen sich zu folgenden wasserfreien Salzen combiniren:

Chlornatrium	0,1020
Schwefelsaures Natron	0,1140
Schwefelsaure Magnesia . . .	0,0680
Kohlensaure Magnesia	0,5530
Kohlensaure Kalkerde	1,6660
Kieselsäure	0,0400
	2,5430
Directe Bestimmung	2,6000
Freie Kohlensäure	1,3099.

Aus den vorstehenden analytischen Resultaten ergiebt sich hinsichtlich der Qualität der Wasser des Stollns die erhebliche Thatsache, dass der im vergangenen Jahre und auch früher nachgewiesene Eisengehalt, wie er sich am Ausflusse beim Stollnmundloche in deutlicher Weise zeigte, durch die in letzterer Zeit vorgenommene Untermauerung der Eisenwasser führenden Dolomitschichten, sowie auch durch die nunmehr vor Ort erschrotenen, reichlichen, eisenfreien Wasserquantitäten auf eine nominale, in 10000 Theilen nur 0,0196 Eisenoxydul betragende Menge gebracht worden ist, dass ferner auch dieser Gehalt noch um die Hälfte (eine durch Gallustinctur nicht mehr nachweisbare Quantität) reducirt werden kann, wenn dem Wasser bei reichlichem Zutritt atmosphärischer Luft ein nur etwa 300m betragender weiter Abfluss gewährt wird.

Die Prüfung der Wasser, sowol des Eicher Versuchsschachtes als auch der Rolefer Quelle, constatirt hinsichtlich der Qualität durchaus zufriedenstellende Resultate. Die Wasser sind eisenfrei, und waltet in der Härte nur ein geringer Unterschied ob. Die meisten der bis jetzt in Aachen benutzten Pumpwasser übersteigen die Härte beider um das Doppelte, einzelne sogar um das Dreifache; ebenso erreichen manche der hiesigen Industriewasser nahezu das Doppelte der Härte.

Aachen, den 10. Juli 1876. Wings.“

Diesen Thatsachen gegenüber kann ich nur noch hinzufügen, dass sich dieses Resultat seit jener Zeit in nichts geändert hat. Häufiger von mir vorgenommene Untersuchungen auf Eisen zeigten gleich günstige Resultate, namentlich ein entschiedenes Abnehmen des Eisengehaltes, so dass Wasser, 100m vom Mundloch entfernt geschöpft, durch zugesetzte Gallustinctur nicht mehr eine Spur jener bekannten dunkelvioletten Färbung hervorbringt.

Es ist vielfach darüber gestritten worden, ob auch mit Sicherheit ein hinreichendes Wasserquantum durch das jetzt in Ausführung befindliche Stollnproject zu erwarten sei; namentlich wurden nach den Resultaten, die der Nordkalkflügel lieferte, Befürchtungen laut, die in mancher Beziehung das Vertrauen zu der Sache erschütterten. Ich möchte durch einige Worte das Unbegründete dieser Befürchtungen beleuchten.

Hr. Honigmann giebt bei der Beschreibung seines Projectes die zu erwartenden Zuflüsse selbst auf 150000 Cubikfuss pro 24 Stunden an, eine Ansicht, die Hr. v. Dechen nur bestätigt.

Auch heute noch sind diese Erwartungen nicht etwa verfehlt.

Der Kalknordflügel ist erst, wie oben erwähnt, 166m,4 durchquert und es wird auch nicht viel mehr in demselben aufgefahren, sondern bald der Schiefer erreicht werden. Von der noch aufzufahrenden Stollnlänge von 1268m,6 bleiben nach Abzug der zwischenliegenden Schieferpartien 1165m im Kalk auszuführen. Diese Länge ist mithin noch 7 Mal so gross als erstere. Der Nordflügel giebt nach seinen geringsten Zuflüssen etwa 20000 Cubikfuss pro 24 Stunden. Ohne dabei die ungünstige Beschaffenheit des Nordflügels im Bezug auf Wassercirculation, ohne seine Ueberdeckung durch Thone zu berücksichtigen, und ohne die dagegen bei weitem günstigeren Verhältnisse des Südflügels in Anschlag zu bringen, kann ich doch gewiss annehmen, dass auch hier die Zuflüsse sich mit der durchquerten Länge im Kalk proportional vermehren. Es ergebe dies für den Südflügel ein Quantum von $7 \times 20000 = 140000$ Cubikfuss, mit den 20000 Cubikfuss des Nordflügels und derselben Menge der Sandsteinwasser im Steinkohlengebirge ein Quantum von 180000 Cubikfuss pro 24 Stunden. Da bei dieser Rechnung nur die gemessenen Minimalmengen in Ansatz gebracht wurden, so wird man für die nasse Jahreszeit noch erheblich viel mehr erwarten dürfen.

Wenn man von den Rolefer Quellen über Oberforstbach nach Lichtenbusch geht, von dort der neuen Burtscheid-Raerener Strasse etwa 1500m weit folgt, von hier aus bis zu dem Punkte am Wege von Krohnhof nach Niederforstbach, wo derselbe von der Forst-Brander Gemeindegrenze getroffen wird, und schliesslich bis zu den Rolefer Quellen zurückkehrt, so schliessen diese Linien ungefähr das Gebiet ein, auf welchem die niederfallenden Meteorwasser den in Rede stehenden beiden Kalkflügeln zugehen. Der Flächeninhalt dieses Gebietes beträgt etwa 60000000 Quadratfuss. Da nun noch nach den verschiedensten Beobachtungen im Durchschnitt bei Aachen 2,27 Fuss Meteorwasser während des Jahres niederfallen, wovon durch Abfliessen und Verdunstung etwa 47 pCt. verloren gehen, so bliebe der in die Erde eindringende Wasservorrath etwa 1,2 Fuss. Wenn man nun obige Fläche mit dieser Höhe des Niederschlages multiplicirt, so erhält man den Wasservorrath in Cubikfuss, auf welchen theoretisch der Stolln pro Jahr zu rechnen hätte, nämlich 72000000 Cubikfuss oder pro Tag 197000 Cubikfuss. In wie weit zur Herbeiführung dieser sämmtlichen Zuflüsse bei etwa durch Störungen gehinderter Wassercirculation in den Kalkschichten nöthig wird, noch seitliche streichende Strecken auszuführen, lässt sich mit Bestimmtheit nicht vorhersagen; da aber deren Ausführbarkeit ausser allem Zweifel ist, so ist die Erreichung obiger Zuflüsse um so sicherer zu erwarten. Es stimmt daher die von den erhaltenen Aufschlüssen im Stolln zu erwartende Wassermenge mit dem theoretisch nach den atmosphärischen Nieder-

K. List:

Die Eigenschaften und Fabrikation des Hartglases.

Verfahren von de la Bastie.

Ofen für Tafelglas (Fig. 1 bis 3)

Fig. 1 Längenschnitt

Fig. 2 Seitenansicht.

Fig. 3. Grundriss.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Ofen für Hohlglas (Fig. 4 bis 6)

Fig. 4. Längenschnitt.

Fig. 5. Querschnitt.

Fig. 6 Grundriss

Fig. 10. Vorrichtung zum Drehen des Herdes.

Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 15.

Königl. Hof Lith. Hermann Veit, Burg Str. 6. Berlin.

schlägen berechneten Quantum annähernd überein und lässt mit Sicherheit die Erreichung dieses Quantums von 150000 bis 200000 Cubikfuss für das fertige Stollnproject hoffen.

Ich kann nicht schliessen, ohne nicht noch diejenigen Befürchtungen erwähnt zu haben, die bei der Frage entstehen, woher bei einem Mehrbedarf die Wasser genommen werden sollen. Es ist ausser Zweifel, dass schon nach einigen Jahren dies Quantum von 150000 bis 200000 Cubikfuss nicht mehr ausreichen werde, da sowol Haus- als auch Industriebedarf sich bei den zu erwartenden billigen Preisen nach einigen Jahren stärker betheiligen werden. Indessen auch hierfür ist schon eine weitere Ausdehnung der Arbeiten in Aussicht genommen. Südlich des Eicher Kalkes tritt bei der Entfernung von etwa 2000^{m} in der Richtung des Stollns der Nütheimer Kalkflügel auf, über dessen Reichthum an Wasser schon sichere Angaben vorliegen. So wurden auf Grube Büsbacherberg, die weiter östlich auf diesem Zuge baute, 24^{m} unter der Stollnsohle schon gegen 175000 Cubikfuss pro 24 Stunden lange Zeit hindurch gehoben. Auch die westlich bauenden Gruben Rosalie (Conc. Georg) und Mariaberg hatten in höchstens 20^{m} Tiefe unter Thalsohle schon so bedeutende Zuflüsse, dass der Betrieb als nicht mehr lohnend eingestellt werden musste.

Die Höhenverhältnisse gestatten das Durchtreiben des Stollns bis zu diesem Flügel, und würde derselbe mit einer Verlängerung von 2000^{m} erreicht sein. Man ist jedoch nicht gezwungen, diese zeitraubende Durchörterung abzuwarten, sondern man wird durch Abteufen eines Schachtes im Schiefer in der Nähe, durch Anqueren des Kalkes, Pumpen mittelst der vorhandenen dorthin zu versetzenden Maschine und Herüberleitung des Wassers durch geschlossene Röhren in den Stolln in der Lage sein, nach Bedürfniss die Wasserquantität in verhältnissmässig kurzer Zeit zu verdoppeln, ja zu verdreifachen.

Ob für diesen Fall der Durchtrieb des Stollns oder nur die Herüberhebung des Wassers vorzunehmen sein wird, ist eine Frage, die jetzt noch nicht entschieden werden kann.

In dem äussersten Falle, dass auch die Zuflüsse dieses Kalkzuges nicht ausreichen, bleibt als letzte Reserve die Inanspruchnahme des Eifeler Kalkzuges.

Derselbe ist so klüftig und so wasserführend, dass ich als Beleg hierfür nur die Verhältnisse der auf diesem Kalk bauenden Grube Breinigerberg anzuführen brauche. Auf dieser Grube wurden aus einer Teufe von 40^{m} unter Stollnsohle gepumpt im Jahre

1867 pro 24 Stunden 594524 Cubikfuss,
1868 - - - 546689 -
1869 - - - 568800 -

Obgleich die für diese Grube in Bezug auf Wasserzuführung vorhandenen Verhältnisse nicht an allen Punkten gleich vorkommen werden, so ist doch kein Zweifel darüber, dass auch in der Richtung des Stollns ganz bedeutende Zuflüsse aus demselben zu erwarten sind, da der Kalkzug in einer grossen Ausdehnung von Bächen überflossen wird. Ob der Stolln bis dahin fortgesetzt werden wird, der diesen Kalk erst bei 7500^{m} vom Stollnmundloch aus erreichen würde, oder ob auch hier das oben angedeutete Verfahren eines Herüberpumpens der Wasser vorzuziehen ist, wird die Zukunft entscheiden.

Meine Absicht war nur, zu zeigen, dass das nöthige Wasserquantum für die Stadt Aachen mit dem jetzt in der Ausführung begriffenen Project bezw. dessen Erweiterung in der angedeuteten Weise erreicht werden kann, selbst wenn dieses Quantum die nach den genauen Berechnungen des Hrn. Professor Intze für eine Vergrösserung auf 100000 Einwohner für Aachen berechnete Höhe von 600000 Cubikfuss erreichen sollte. Wenn auch alle diese Arbeiten lange Zeit und Kosten verursachen, so kann dies doch bei dem für die Stadt so wichtigen Unternehmen kein Hinderniss sein, wenn eine so grosse Wahrscheinlichkeit ja Sicherheit für die Gewinnung des erforderlichen guten reinen Trink- und Nutzwassers auch bei stets vermehrtem Bedürfniss vorhanden ist.

Die Eigenschaften und Fabrikation des Hartglases.

Von Dr. **K. List.**

(Bearbeitet nach einem Vortrage, gehalten in der Generalversammlung des Westfälischen Bezirksvereines vom 11. März 1877.)

(Hierzu Blatt 6.)

Vor etwa zwei Jahren durchlief alle Blätter der industriellen und der Tagespresse die Kunde, dass von Alfred de la Bastie zu Richemont bei Pont d'Ain die Erfindung gemacht sei, unzerbrechliches Glas herzustellen. Diese Nachricht war wohl geeignet, das allgemeinste Aufsehen zu erregen, würde ja durch diese Erfindung eines der unentbehrlichsten und für die mannigfachste Anwendung beliebtesten Materialien von dem einzigen Mangel befreit sein, den man ihm schon Jahrtausende lang vorgeworfen hat und dem Sprichworte gemäss für unzertrennlich von ihm hält. Von dem Einsichtsvollen freilich konnte die Mähr von dem unzerbrechlichen oder, wie man auch wol hörte, vom elastischen Glase nur in dem Sinne geglaubt werden, dass es sich nicht um absolute Unzerbrechlichkeit handle; wir können an das Glas keine höheren Ansprüche machen, als dass es solchen Angriffen auf seine Festigkeit Widerstand leistet, die sich bei seinem Gebrauche nicht vermeiden lassen. Dass aber das „Hartglas", wie man jetzt das neue Fabrikat allgemein nennt, diese

Ansprüche mehr als genügend erfüllt, bewiesen die Proben, welche bald in grösseren Kreisen bekannt wurden. Das Interesse konnte nicht vermindert werden, als man erfuhr, dass es sich nicht um eine neue, durch ihre Zusammensetzung ausgezeichnete Glassorte handelte, sondern um eine nachträgliche Behandlung der schon fertigen Gläser, deren Wesen durch die vom Erfinder gewählte Bezeichnung: verre trempé hinlänglich gekennzeichnet wurde.*) Zugleich wurde hierdurch aber auch erleichtert, die Erfindung de la Bastie's nachzumachen, und so kam es, dass, als dieser etwa 8 Monate nach dem ersten Bekanntwerden dem Verbande deutscher Glasindustrieller seine Erfindung für beiläufig 42 Millionen Frcs. angeboten hatte, am zweiten Versammlungstage dieser Gesellschaft ein deutscher Erfinder ein billigeres Angebot gemacht hat. Es liegt nicht in unserer Absicht, die Geschichte der Erfindung des Hartglases aus diesem Gesichtspunkte weiter zu verfolgen. Die Aufgabe der folgenden Blätter ist, einen Bericht über das zu liefern, was bis heute über die Eigenschaften des Hartglases und seine Fabrikation bekannt geworden ist. —

Untersuchungen, welche Aufschluss darüber geben sollten, um was es sich bei der Fabrikation von Hartglas handelt, sind bald nach dem Bekanntwerden der Erfindung de la Bastie's von Alex. Bauer in Wien veröffentlicht worden.**) Es wurde zunächst constatirt, dass das Hartglas keine durch seine chemische Zusammensetzung ausgezeichnete Sorte von Glas ist, sondern dass es seine Eigenthümlichkeit der Behandlung verdankt, welche es im fertigen Zustande nachträglich erfahren hat, und zwar dass diese darin besteht, das Glas nicht, wie es gewöhnlich geschieht, langsam und stetig, sondern bis zu einem gewissen Grade rasch abzukühlen, dann aber die Abkühlung langsam zu beendigen. Bauer hat gewöhnliche Glasscheiben erhitzt, bis sie anfingen, sich zu biegen und sie dann in geschmolzenes Paraffin von 200° C. getaucht und hierin langsam erkalten lassen. Die so behandelten Scheiben konnten nicht mehr mit dem Diamant zerschnitten werden, sie wurden, wie alle übrigen Stoffe, von ihm nur geritzt. Auch fand Bauer, dass die Härte und auch das specifische Gewicht vermehrt sei.***) Beim Auffallen gaben sie einen eigenthümlichen Klang, und man konnte sie auf die Erde werfen, ohne dass sie zerbrachen. Wenn sie aber zu heftig auf den Boden geschleudert wurden, oder auf einen harten scharfen Gegenstand fielen, so entstanden nicht wie bei gewöhnlichem Glase wenige grössere Scherben, sondern sie zerfielen in unzählige kleine Fragmente. Bauer bemerkt wie alle Uebrigen, die über diesen Gegenstand geschrieben haben, dass dieses Verhalten an dasjenige der sog. Bologneser Fläschchen und holländischen Glasthränen erinnert, welche letzteren entstehen, wenn Tropfen geschmolzenen Glases

*) Ins Englische ist sie mit „toughened glass“ übertragen.

**) Dingler's „Polytechn. Journal“ 210, S. 381.

***) Auf diese Angaben kommen wir unten wieder zurück.

in Wasser fallen, und die dadurch merkwürdig sind, dass sie starke Schläge auf den rundlichen Körper aushalten, aber in unzählige kleine Theile zerspringen, wenn das dünne Schwanzende abgebrochen wird.

In den Producten der Hartglasfabrikation finden wir die Eigenthümlichkeiten der Bauer'schen Proben wieder. Sie sind vielfach von industriellen und wissenschaftlichen Vereinen und Corporationen oder technischen Commissionen eingehenden Prüfungen unterworfen und deren Resultate veröffentlicht worden.*) Im Folgenden sollen die interessantesten Ergebnisse mitgetheilt werden.

Die hervorragendsten Eigenthümlichkeiten des Hartglases sind seine Festigkeit, die Widerstandsfähigkeit gegen schnelle Temperaturwechsel und sein Verhalten beim Zerbrechen. Die Festigkeit — vulgo Unzerbrechlichkeit — des Hartglases wird am einfachsten geprüft und mit der des gewöhnlichen Glases verglichen, indem man daraus verfertigte Gegenstände auf den Boden fallen lässt. Am überraschendsten zeigt sie sich an Uhrgläsern und den dünnen Lichtmanchetten, welche de la Bastie verfertigt und welche aus Höhen von 4^{m} auf Steinpflaster fallen gelassen oder gegen die Zimmerdecke geworfen und wieder hinabfallen können, ohne zu zerbrechen. Aber auch grössere Gegenstände zeigen sich ebenso wenig zerbrechlich. Man hat Schalen von nur 2^{mm} Dicke 4^{m},50 hoch herabfallen gelassen, erst als man sie aus dieser Höhe heftig auf den Boden schleuderte, zerbrach eine von ihnen.**) Vor einer Commission der französischen Marine wurde eine Schüssel von 145^{mm} Durchm. 3^{m},50 hoch gegen die Decke des Zimmers geworfen; sie fiel unversehrt auf den Fussboden. Man konnte sie 1^{m},2 hoch auf eine Tischplatte von Schiefer oder Granit fallen lassen und nur, als sie auf eine Kante der Granitplatte fiel, zerschellte sie.***) Dieselbe Commission liess rechteckige Scheiben aus gewöhnlichem und aus Hartglas von 245^{mm} $\times$ 157^{mm} und 6^{mm} Dicke, in einem Holzrahmen befestigt, aus verschiedenen Höhen herabfallen. Die ordinäre Scheibe zerbrach schon bei 0^{m},6, die aus Hartglas erst bei 6^{m} Höhe. Bei Versuchen mit ebenso grossen, 7^{mm} dicken Scheiben, welche man platt auf den Fussboden fallen liess, zerbrach die ordinäre bei 0^{m},5, die aus Hartglas bei 2^{m} Höhe.

Sehr häufig ist ein Experiment angestellt worden, welches die Eigenthümlichkeit des Hartglases am auffallendsten zeigt und zugleich angeben kann, um wieviel seine Bruchfestigkeit die des gewöhnlichen Glases übertrifft. Auf einen hölzernen Rahmen legt man zuerst eine gewöhnliche Glasscheibe von der Grösse und Dicke der zu prüfenden Hartglasscheibe und lässt eine Metall-

*) Besonders reichhaltiges Material enthält eine von A. de la Bastie & Co. herausgegebene Broschüre: Le verre trempé, extraits des rapports officiels et des procès-verbaux des expériments publiques faites en France, en Angleterre, en Allemagne, en Italie et en Hollande. Paris, 1876. 118 Seiten.

**) De la Bastie, S. 117. Ber. d. holländ. Commission.

***) Ebendas. S. 40.

kugel von etwa 100^g aus allmälig gesteigerten Höhen auf die Mitte der Scheibe herabfallen, bis diese endlich zerbricht; bei Scheiben von gewöhnlicher Sorte und etwa $0^m,12$ bis $0^m,3$ Seitenlänge erfolgt dies bei einer Fallhöhe von etwa $0^m,3$ bis $0^m,6$. Lässt man nun die Kugel ebenso auf die Hartglasscheibe fallen, so bleibt diese unverletzt, bis dass die Fallhöhe einen sehr hohen Grad erreicht hat, oder zuletzt die Kugel durch eine schwerere ersetzt wird. Besteht die Kugel aus Blei, so erhält sie bedeutende Abplattungen und springt nach dem Aufschlagen hoch zurück; Kupfer hinterlässt metallische Abdrücke. Von den zahlreichen bei verschiedenen Gelegenheiten ausgeführten Versuchen, welche de la Bastie mitgetheilt hat*), ergeben die meisten für sein Hartglas eine 4 bis 6fache Festigkeit derjenigen für gewöhnliches, einige eine 8fache, 9fache (S. 103, Probe 7), 14fache (S. 40), ja eine Probe sogar eine mehr als 25fache.**) Bei einer Probe, welche ich in der Hauptversammlung des Westfälischen Bezirksvereines mit einer Scheibe von Siemens'schem Presshartglas anstellte, waren beide Scheiben quadratisch, von 33^{cm} Seite und 4^{mm} dick ($\frac{6}{4}$ Stärke). Die von ordinärem Glase wurde beim Herabfallen einer 125^g schweren Bleikugel schon bei 150^{cm} Höhe zerschlagen, die von Pressglas hielt den Stoss derselben Kugel bis zur Höhe von 2^m aus und wurde erst zerschmettert, als ich mit einer 250^g schweren Kugel die Fallhöhe von $1^m,00$ allmälig um 10^{cm} fortschreitend bis auf $1^m,50$ gesteigert hatte. Es ergiebt sich hieraus für das Presshartglas eine etwa 20fache Festigkeit.***)

Auch einfache Druckproben hat die französische Marinecommission ausgeführt (de la Bastie, S. 71). Auf einem Holzrahmen wurden Scheiben von $0^m,525$ und $0^m,248$ Seite und $0^m,004$ Dicke mit einer sechsseitigen gusseisernen Platte von $0^m,14$ Durchm. und 5^k Gewicht beschwert und allmälig unter Vermeidung von Stössen mehr Gewichte aufgesetzt. Die gewöhnliche Scheibe zerbrach bei 35^k, die von Hartglas trug 255^k; der Versuch konnte wegen Mangel an Gewichten nicht weiter fortgesetzt werden.

Zur Ermittelung genauer Werthe für die Festigkeit des Hartglases müssen indessen alle auf ähnliche Weise angestellten Versuche als wenig geeignet erscheinen. Sicheren Aufschluss werden wir über dieselbe aus einer Reihe von Versuchen erwarten, welche Hr. Dr. O. Schott in Kurzem veröffentlichen wird, und über die ich mittheilen darf, dass derselbe bei Bruchproben mit cylindrischen, an beiden Enden unterstützten Stäben die absolute Festigkeit der untersten Faser bis zu 54^k für den Quadratmillimeter gefunden hat. —

*) Seite 29. 39. 42. 46. 64. 67. 71—73. 90. 102. 104. 111. 116.

**) S. 64. Auf Scheiben von 5^{mm} Dicke und auch sonst gleichen Dimensionen liess man eine 100^g schwere kupferne Kugel herab fallen; die von gewöhnlichem Glase zerbrach bei $0^m,33$, die aus Hartglas nicht bei 4^m, selbst nicht beim Herabfallen einer Kugel von 200^g aus $4^m,2$ Höhe.

***) Bei einem in Dresden gehaltenen Vortrage erhielt Hr. Ingenieur Herrmann auf gleiche Weise eine 10fache Festigkeit. — Bei diesen Versuchen kommt es begreiflicher Weise sehr darauf an, dass die Kugel genau auf die Mitte der Scheibe auffällt. Als bei einem Versuche mit einer Presshartglasscheibe, die mit der oben erwähnten identisch schien, die Kugel von 125^g mir aus dem Finger glitt und seitlich auffiel, zersprang die Scheibe schon bei 160^{cm} Höhe.

Nicht geringere Wichtigkeit als die geringere Zerbrechlichkeit des Hartglases hat seine grössere Widerstandsfähigkeit gegen Temperaturwechsel. Man kann Hartglasscheiben von mehr als 10^{cm} Breite in der Mitte über einer spitzen Flamme ungestraft anhaltend erhitzen; darauf fallende Wassertropfen verdampfen darauf unter Zischen oder gehen zuerst in sphäroidalen Zustand über. De Luynes berichtet*), dass Stücke von gehärtetem Spiegelglas von St. Gobain, oder Glasschalen über Kohlenfeuer rothglühend gemacht in kaltem Wasser nicht zersprangen. Man hat ein Stück Hartglas an einem Ende 50 Minuten lang in einer Kerzenflamme erhitzt und dann in kaltes Wasser getaucht, ohne dass es Sprünge erhielt.**) Bei etwaigem Misslingen dieses letzten Versuches entstehen, wie ich beobachtet habe, im Siemens'schen Hartglase nur einer oder wenige Sprünge, während sich in erhitztem gewöhnlichen Glas beim Bespritzen mit Wasser ein Netzwerk von unzähligen Rissen bildet. — Falls man einer Hartglasscheibe beim Erhitzen zuviel zumuthet, sie z. B. horizontal in den hohlen Flammenkegel hält, so zerspringt sie, indem mehrere grosse Stücke explosionsartig fortgeschleudert werden.

Solchen extremen Proben entsprechend, haben die Geräthschaften, die wir beim Gebrauch der Einwirkung der Hitze aussetzen, wenn sie aus Hartglas verfertigt sind, eine bedeutend grössere Haltbarkeit vor den aus gewöhnlichem Glase voraus. Man darf ungestraft dickwandige Wassergläser auf die heisse Ofenplatte stellen, starke Schalen zum Kochen über freiem Feuer benutzen, Flüssigkeiten darin direct über der Flamme bis zum Trocknen eindampfen und die heissen Rückstände wieder mit Wasser übergiessen, dickwandige kalte Flaschen mit kochendem Wasser füllen und sie dann mit dem siedendheissen Inhalt in Schnee stellen, kurz im Laboratorium oder im Haushalt Geschirr aus Hartglas mit einer Rücksichtslosigkeit behandeln, welche die aus gewöhnlichem Glase oder aus Porzellan u. dgl. nicht vertragen. Besonders beliebt aber wird das Hartglas sich machen, wenn sich die daraus verfertigten Lampencylinder bewähren. Man kann solche über einer Flamme 1 Minute lang erhitzen, ohne dass sie zerspringen; man hat sie sogar heiss in kaltes Wasser getaucht und nur ein starkes Zischen wahrgenommen. Gewöhnliche Lampencylinder, schräg über eine Flamme gehalten, pflegten schon innerhalb 10 Minuten zu springen.

Grosse praktische Wichtigkeit hat die Frage, wie weit die Analogie des Hartglases mit dem gehärteten Stahl in Beziehung auf das Wiederanlassen geht, namentlich ob das Hartglas auch wie dieser seine Eigenthümlichkeit einbüsst, wenn es auf eine niedrigere Temperatur erhitzt

*) De la Bastie, S. 27.

**) Ebend. S. 103.

wird als diejenige, bei welcher seine rasche Abkühlung erfolgte. Bei den holländischen Glasthränen, die ja nicht wesentlich von dem Hartglas verschieden sind, ist wiederholt constatirt worden, dass sie beim Erhitzen bis zum Erweichen ihre charakteristischen Eigenschaften verlieren; dagegen zeigt schon das Verhalten des stark erhitzten Hartglases beim plötzlichen Abkühlen und noch auffallender die oben mitgetheilten mit der zwischen Kohlen erhitzten Spiegelscheibe angestellten Versuche, von der ausdrücklich bemerkt wird, dass sie nach fünfmaligem Erhitzen aus einer fünften Etage auf das Pflaster geworfen wurde, ohne zu zerbrechen, dass der Zustand des Hartglases weit beständiger ist als der des gehärteten Stahls. Ich kann die Beobachtung hinzufügen, dass eine kleine Schale aus Hartglas, die ich $1\frac{1}{2}$ Stunden lang durch eine Spirituslampe so stark erhitzt habe, dass auf die Mitte des Bodens gelegtes Blei schmolz, nach dem gewöhnlichen Abkühlen in ihrem Verhalten keine Veränderung zeigt. Wahrscheinlich ist, dass das Hartglas, um rückgängig zu werden, durch die ganze Masse fast zum Erweichen erhitzt werden muss, sich also verschieden von gehärtetem Stahl verhält.

Solange die Frage, ob durch lange fortgesetztes Erhitzen das Hartglas wieder rückgängig gemacht wird, noch eine offene ist, verdienen die mehrfach aufgetauchten Mittheilungen von freiwillig „explodirten“ Lampencylindern und anderer Gegenstände von Hartglas unsere Beachtung; ich selbst kann bestätigen, dass eine Kindersaugflasche aus Hartglas, die wochenlang das Eingiessen von heissem Wasser ausgehalten hatte, ohne jede Veranlassung explosionsähnlich zersprang, während sie, um den Inhalt warm zu erhalten, in heissem Wasser stand; auch ist mir mitgetheilt, dass gehärtete Glasstäbe in Körner zerfallen sind, während sie in Papier wohl verpackt ruhig lagen. Ein solches Zerspringen ohne äussere Veranlassung ist aber auch an gewöhnlichen Gläsern schon häufig vorgekommen. Wenn nun vor Kurzem durch Hagenbach*) nachgewiesen ist, dass das optische Verhalten solcher zersprungenen Gläser mit dem übereinstimmt, welches zuerst von Brewster und Seebeck am Glase beobachtet worden ist, wenn es durch Druck oder ungleichmässige Abkühlung in einen Zustand innerer Spannung versetzt wurde, so kann es nicht auffallen, wenn bei Gegenständen aus Hartglas, deren Fabrikation ja eine solche durch das rasche Abkühlen der äusseren Schichten bewirkte innere Spannung erzielt, ein solches freiwilliges Zerspringen vorkommt. O. Schott, der diese Verhältnisse gründlich besprochen hat**), erklärt die Gegenstände aus Hartglas für „nichts anderes als in Oel gekühlte Glasthränen, welche die Form eines nützlichen Hausgeräthes oder sonstigen Gegenstandes haben“ und erinnert daran, wie man sich bei der Anfertigung der letzteren durch den Augenschein davon überzeugen kann, dass ihre äussere Schicht schon fest ist, während das Innere noch hochglühend und flüssig ist.

*) Dingler's „Polytechn. Journ.“ Bd. 218, S. 181.

**) Dingler's „Polytechn. Journ.“ Bd. 216, S. 75.

Hiernach konnten die Untersuchungen des Hartglases im Polarisationsapparat, wie sie von Pocklington*) und De Luynes**) veröffentlicht sind, nur noch den Zweck haben, näheren Aufschluss darüber zu geben, wie sich die auf die Moleküle des Hartglases wirkenden Kräfte gegen einander verhalten. Wir beschränken uns deshalb in unserem Berichte darauf, mitzutheilen, dass Pocklington bei der Untersuchung eines aus einem gehärteten Glasstabe geschnittenen Würfels von etwa 3^{cm} Seite im polarisirten Lichte das dunkle Kreuz und die Ringe der einaxigen Krystalle und bei einem ovalen Stücke die Figuren der zweiaxigen Krystalle gefunden hat, genau entsprechend den Erscheinungen, welche man bei ungleichmässig erhitzten Gläsern beobachtet. (Vergl. z. B. Wüllner's Physik Th. II, S. 611.) Interessant ist besonders noch eine Beobachtung von de Luynes: als er einem gewöhnlichen Glasstreifen, der an beiden Enden festgehalten war, dadurch eine Biegung gab, dass er die Mitte durch Anziehen einer Schraube hob, erhielt er im polarisirten Lichte ähnliche dunkle und farbige Streifen, die zugleich mit denen der doppelt brechenden Krystalle und denjenigen übereinstimmten, welche er in Glasthränen und im Hartglas beobachten konnte. Die Verschiedenheit der Spannung aber, welche in den convexen und concaven Schichten einer gebogenen Glasplatte besteht, stimmt durchaus mit den Spannungsverhältnissen überein, welche wir a priori in den äusseren und inneren Schichten des Hartglases annehmen müssen.***)

Da die im polarisirten Lichte erscheinenden Figuren die Stellen angeben, um welche die Moleküle sich im Gleichgewichtszustande befinden, so hat man sie benutzen können, um Hartglasscheiben zu durchbohren und zu zerschneiden, obgleich dies, wie oben bemerkt, nicht an jeder beliebigen Stelle möglich ist. De Luynes und Ch. Feil†) haben gefunden, dass man runde Hartglasscheiben genau in der Mitte durchbohren kann, während sie bei dem Versuch, sie an irgend einer anderen Stelle anzubohren, in Stücke zerspringen, und dass quadratische Scheiben in der Richtung der Arme des schwarzen Kreuzes, welches sie im polarisirten Lichte zeigen, ohne zu zerbrechen, zerschnitten werden können, wogegen jeder andere Schnitt sie in kleine Stücke zerfallen macht. Der Umstand, dass, wenn beide Hälften im Polarisationsapparat über einander gelegt werden, die Figuren verschwinden, zeigt, „dass beide Hälften in Bezug auf die Schnittlinie symmetrisch construirt sind; man kann ferner daraus schliessen, dass man das Hartglas schneiden kann, wenn die dadurch erzeugten Stücke einen neuen Gleichgewichtszustand annehmen können.“

*) „Polytechn. Centralbl.“ 1875, S. 1234.

**) De la Bastie, S. 23.

***) Ob die Beobachtung Pocklington's, dass, nachdem die äusseren Schichten einer Hartglasscheibe durch Flusssäure weggeätzt waren, das Innere sich als gewöhnliches Glas auswies, in allen Fällen, auch bei vollkommen gehärtetem Glase, sich bestätigen wird, ist noch abzuwarten.

†) Dingler's „Polytechn. Journ.“, Bd. 218, S. 181.

Wir fügen noch die Uebersetzung eines Berichtes über in dem Arsenal von Shoebyriness angestellte Versuche hinzu, welcher sich in der Broschüre von de la Bastie findet.

Zwei quadratische Scheiben und eine Spiegelscheibe von Hartglas sowie zwei ebensolche Scheiben aus gewöhnlichem Glase wurden in Rahmen auf dem Erdboden durch Pflöcke befestigt anfangs in einem Winkel von 45°, zuletzt in einer Linie*) mit einer Kanone von 38ᵗ, aus welcher eine Kugel von 400ᵏ mit einer Ladung von 65ᵏ Pulver abgefeuert wurde. Die Entfernung von der Kanone betrug zuerst 30ᵐ; bei jedem neuen Versuche wurde anfangs die Entfernung 5ᵐ geringer genommen. Beim sechsten Versuche — in einer Entfernung von 9ᵐ — sprangen beide Scheiben von ordinärem Glase; bei 6ᵐ,8 sprang auch die Spiegelscheibe aus ordinärem Glase und eine der beiden Scheiben aus Hartglas. Die beiden übrigen wurden nun „in einer Linie mit der Kanone" aufgestellt; bei 6ᵐ,4 wurde die Spiegelscheibe aus dem Rahmen herausgeschleudert, bei 4ᵐ,5 die Hartglasscheibe etwas im Rahmen gelockert, die Spiegelscheibe wurde herausgerissen und auf die Erde geschleudert; bei 3ᵐ,6 wurde die Hartglasscheibe herausgerissen und 3ᵐ,5 weit fortgeschleudert, wo sie zerschellte. Die Spiegelscheibe wurde ebenfalls auf Kieselsteine geschleudert, blieb aber unversehrt. —

Ueber die Härte des Hartglases konnte sein Name nicht verfehlen, irrige Vorstellungen zu verbreiten, die nicht entstanden wären, wenn man de la Bastie's Bezeichnung: verre trempé wörtlicher übersetzt hätte. Freilich spricht auch Hr. de Luynes (Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers) bestimmt aus**), „das verre trempé ist härter als gewöhnliches Glas und lässt sich schwieriger vom Diamant und Werkzeugen aus gehärtetem Stahl angreifen", und Hr. Lataste, Chef des Bahnhofes zu Pont d'Ain bescheinigt sogar, dass der Diamant es nicht angreift.***) Auch A. Bauer theilt mit, dass die von ihm gekühlten Glasplatten eine bedeutend grössere Härte „nach der gewöhnlichen Härtescala" erhalten hätten, und dass mit der Härte auch die Dichte des Glases vermehrt sei; — bei zwei Proben war sie von 2,429 auf 2,460 und 2,438 auf 2,468 gestiegen. Im Widerspruch hiermit befindet sich indessen eine Reihe von sorgfältigeren Beobachtungen, deren Veröffentlichung bald erfolgen wird, und welche übereinstimmend ergaben, dass die Dichtigkeit des Glases beim „Härten" abnimmt, sowie auch die älteren Beobachtungen Riche's, welcher fand, dass drei verschiedene Sorten Glas: Krystallglas, Flintglas und Crownglas nach dem Abschrecken eine geringere Dichtigkeit besassen

*) „En ligne avec le canon." Nach einer beigefügten Skizze scheint dies so zu verstehen zu sein, dass die Scheiben bei den ersten Versuchen seitlich von der Schusslinie und zwar so aufgestellt waren, dass eine in der Rohraxe nach der Scheibe gezogene Linie mit dieser den Winkel von 45° bildete, bei den letzten Versuchen aber die Scheiben seitlich der Mündung, mit dieser in derselben Verticalebene standen.

**) De la Bastie, S. 32.

***) Ebendas. S. 40.

als nach dem Abkühlen.*) Auch de Luynes schreibt a. a. O. dem Hartglase eine geringere Dichtigkeit zu. Die Analogie mit dem Härten des Stahles macht dies um so glaublicher, mehr noch aber der Umstand, dass die Glasthränen, nach den genauen Untersuchungen von L. Dufour**) in Lausanne, durch das Anwärmen, während sie ihre abnorme Beschaffenheit verlieren, eine grössere Dichtigkeit erhalten. (Als Resultate von 4 Versuchen ergaben sich Differenzen von + 0,054 bis 0,080 gegenüber der Bauer'schen von — 0,30.) — Doch wir brauchen auf die Frage nach der grösseren Dichtigkeit, so wichtig sie auch für die Theorie der Molekularstructur des Hartglases ist, hier nicht tiefer einzugehen, um zu entscheiden, ob dem Hartglase im Allgemeinen eine grössere Härte als dem gewöhnlichen eigen ist. Es bedarf hierzu auch keiner Versuche mit der Mohs-schen Härtescala; ich betrachte den Umstand, dass ich sowol das durch seine Festigkeit ausgezeichnete Siemens-sche Presshartglas, wie auch Geschirre von de la Bastie, die sich bei Fallversuchen und beim Erhitzen als untadelhaft bewährt haben, mit Scherben gewöhnlichen Glases deutlich ritzen kann, als entscheidend dafür, dass das Hartglas nicht durch grössere Härte von dem gewöhnlichen zu unterscheiden ist, ohne jedoch das Gegentheil behaupten zu wollen, da ich auch in einzelnen Fällen mit Hartglas in gewöhnliches Glas einritzen konnte.***) — Wie endlich der Umstand, dass das Hartglass sich mit dem Diamant nicht wie das gewöhnliche Glas schneiden lässt, keineswegs zu der Schlussfolgerung berechtigt, dass es härter sei als dieses, sollte nicht nöthig sein, hervorzuheben, da dies ja doch nicht ausschliesst, dass es sich wie alle übrigen Stoffe vom Diamant ritzen lässt.

Dass dem Hartglase ein gewisser Grad von Elasticität zukommt, ist wol nicht zu bezweifeln, da wir diesen auch dem gewöhnlichen Glase nicht absprechen können, welches sich ja z. B. in dünnen Fäden höchst elastisch zeigt. Wenn jedoch de Luynes behauptet †), „das Hartglas zeige eine viel bedeutendere Elasticität als das nicht gehärtete", so scheint uns hierfür der Beweis noch nicht dadurch beigebracht, dass er berichtet, man habe „gekrümmte Schalen" von Hartglas von 1ᵐᵐ Dicke ††) durch Auflegen von Gewichten bis zur Ebene herabdrücken können und nachher dieselbe Krümmung wiedererhalten, obgleich die Höhe derselben wenigstens 0ᵐ,05 beträgt („la courbure première, dont la flèche est au moins 0ᵐ,05"). Mit Sicherheit ist aber

*) Dingler's „Polytechn. Journ." Bd. 214, S. 308.

**) In seiner Abhandlung: Sur un développement de chaleur qui accompagne l'explosion des larmes bataviques. L. Dufour ist durch seine Untersuchungen des Siedeverzuges (d. Z. Bd. X, S. 340) in den weitesten Kreisen als strenger Forscher bekannt geworden.

***) Wenn in einem Berichte über einen von Dr. Gurlt im naturhistorischen Verein von Rheinland und Westfalen angegeben ist, es lasse sich mit der Moh s'schen Härtescala beim Hartglas eine grössere Härte nachweisen, so kann hier wol nur ein Missverständniss des Berichterstatters zu Grunde liegen.

†) De la Bastie, S. 32.

††) Die übrigen Dimensionen sind nicht angegeben.

durch Beobachtungen, welche Dr. O. Schott demnächst veröffentlichen wird, bewiesen, dass für Hartglas die Elasticität vermehrt ist.

Besonders auffallend ist das Verhalten des Hartglases, wenn es durch Stoss oder Fall u. dgl. zertrümmert wird. Es erhält hierbei nicht wie gewöhnliches Glas einzelne Sprünge oder zerbricht in wenige grosse Scherben; Scheiben von Siemens'schem Presshartglas zerfallen in unzählige lange Stücke von geringer Breite und wellenförmig gekrümmten Umrissen, die von der Stelle aus, wo der Stoss einwirkte, strahlenförmig ausgehen; Scheiben, die nach de la Bastie gehärtet sind, Stäbe oder Gefässe liefern ein Haufwerk von ziemlich gleich grossen Stücken, deren Flächen sich ungefähr rechtwinklig schneiden, so dass sie allerdings an grob zerstossenes Steinsalz erinnern, aber nur von der grössten Oberflächlichkeit als krystallinisch bezeichnet werden können*) und ebenso wenig „opak" sind, wiewol Stücke, die nicht gänzlich aus einander fielen, wegen der zahllosen Risse, von denen sie durchsetzt werden, im Ganzen keine Durchsichtigkeit besitzen können.**) — Dieses Verhalten stimmt durchaus mit dem der Glasthränen überein, die beim Abbrechen des Schwanzes zu grobem Pulver zerfallen — eine Analogie, die ja in der übereinstimmenden Entstehungsweise ihren Grund hat und für die Erklärung der Eigenthümlichkeiten des Hartglases von der grössten Bedeutung ist. Bemerkenswerth ist endlich noch, dass, wie Bauer bemerkt, und auch meine eigenen Beobachtungen bestätigen, die Kanten der Bruchstücke viel weniger scharf sind, so dass man keine Gefahr läuft, sich an ihnen zu schneiden, wie an gewöhnlichen Glassplittern. Diese Eigenthümlichkeit, in viele kleine Stücke zu zerfallen, ist als eine Schattenseite des Hartglases hervorgehoben worden (z. B. bei der Verwendung zu Lampencylindern), andererseits will man einen Vorzug darin finden, dass Hartglasscheiben im Fall, dass sie z. B. durch Hagelschlag zertrümmert werden, Vorübergehende nicht durch herabfallende grosse Scherben verletzen können.***) —

Ueber die Fabrikation des Hartglases nach de la Bastie sind die werthvollsten Mittheilungen von Bourrée gemacht, welchem ein längerer Aufenthalt in der Fabrik von Choisy-le-Roi Gelegenheit gab, genauere Beobachtungen über das dortige Verfahren zu machen. Er bestätigt, dass die Glaswaren, nachdem sie ihre Form erhalten haben, wieder zur Rothgluht erhitzt und dann statt in den Kühlofen in ein Bad von Fett von gegebener Temperatur gebracht werden. Die Härtung wird um so vollkommener, je stärker die Erhitzung und je rascher die Abkühlung ist. Es erklärt sich dies leicht daraus, dass je mehr durch die Erwärmung die Cohäsion aufgehoben ist, um so leichter in der Lage der Moleküle eine Aenderung eintreten kann. Die Gläser werden daher so stark erhitzt als sie, ohne ihre Form zu verlieren, vertragen, und auch die Temperatur des Bades so niedrig genommen als möglich ist, ohne dass das Glas beim Eintauchen zerspringt. Es ist hierbei aber sowol auf die Zusammensetzung der Glassorte wie auch auf die Form und die Dimensionen der Stücke Rücksicht zu nehmen. In Betreff der Natur des Glases kann man annehmen, dass ein leichtflüssiger Glassatz das Härten bei einer niedrigeren Temperatur verträgt als strengflüssiger. Krystallglas aus 300 Th. Sand, 100 Th. Soda und Potasche und 60 Th. Bleiglätte härtet sich in einem Bade von reinem Fett bei 60 bis 120°. Gewöhnliches Glas „verträgt in einem Gemisch von Oel und Fett eine Abkühlung auf 150 bis 300°." Das Verhältniss von Kalk und Natron wird für die Temperatur massgebend sein. Das schwerflüssige böhmische Kaliglas bedarf wenigstens 300°. Dicke und grosse Gegenstände müssen stärker erhitzt werden und erfordern deshalb wärmere Bäder; so härtet man Lampengläser bei 60°, Trinkgläser je nach den Dimensionen bei 60 bis 75°, Wasserflaschen bei 75 bis 90°. Die Bäder müssen völlig frei von Wasser sein. Man muss deshalb ein neues Bad vor dem Gebrauch 4 bis 5 Tage bei 150° erhalten; nachher hält es unbegrenzte Zeit aus. Reines Fett ist dem Oel vorzuziehen, weil dieses die Reinigung erschwert; da aber reines Fett bei den für gewöhnliches Glas erforderlichen Temperaturen von 150 bis 300° schon zu kochen beginnt, wendet man eine Mischung von $\frac{3}{4}$ Leinöl und $\frac{1}{4}$ Fett an. Auch Glycerin, rein oder im Gemisch mit Fett kann angewendet werden.

Die zu härtenden Gegenstände müssen an allen Stellen der Oberfläche gleiche Temperatur haben; deshalb müssen Trinkgläser, die infolge der Herstellung aus den Händen des Arbeiters sehr ungleich erwärmt hervorgehen, vor dem Härten nochmals angewärmt werden.

Die Fettbäder befinden sich in Cylindern aus Eisenblech von $0^m,76$ Höhe und $0^m,6$ Durchm., deren Oeffnung möglichst nahe der Mündung des Ofens ist. In ihnen ist ein Einsatz aus elastischem Drahtnetz angebracht von $0^m,5$ Höhe und $0^m,55$ Weite, in welchen die zu härtenden Gegenstände eingesenkt werden. Um Flaschen gleichmässig mit der Fettflüssigkeit zu füllen, werden sie mit der Oeffnung nach unten eingetaucht, während das kurze Ende eines heberförmig gebogenen Rohres bis an den Boden reicht und so die Luft rasch austreten lässt. Die Gläser müssen in den Bädern langsam erkalten; man bringt sie daher in einen auf 40° (den Schmelzpunkt des Fettes) erwärmten Raum und hebt nach 4 bis 5 Stunden die Drahteinsätze heraus; in einem auf 70° erwärmten Raum lässt man die einzelnen Gläser auf Hürden abtropfen und entfernt den nur noch sehr geringen Rest von Fett, indem man die Gläser wieder in Drahtkörbe bringt, und diese zuerst in eine gesättigte Aetznatronlösung von 60°, dann in Wasser von 50° und endlich in kaltes Wasser taucht. Bourrée be-

*) De Lubac, in de la Bastie's Broschüre, S. 42.

**) Hierbei darf ich nicht unerwähnt lassen, dass ich auf fast allen Bruchflächen der Splitter von Siemens'schen Presshartglas-Scheiben, wie von einem Cylinder nach de la Bastie matte Streifen in der Mitte finde, die oft nicht continuirlich verlaufen.

***) Armengaud in de la Bastie, S. 54.

rechnet schliesslich die Fabrikationskosten der Härtung von Krystallglas für Becher von verschiedenen Sorten zu 0,022 bis 0,0225 Frcs., für Gascylinder zu 0,03 Frcs., für Lampencylinder zu 0,04 Frcs., für Lampenkugeln zu 0,05 Frcs. Die Härtung des gewöhnlichen Glases ist theurer, weil dieses die Anwendung von Oelbädern verlangt, welche die Reinigung erschweren.

Die von de la Bastie auf der Hütte zu Richemont angewendeten Oefen sind auf Blatt 6 skizzirt. Um zu verhindern, dass die weichgewordenen Gläser ihre Form verlieren, ist der Behälter mit der Härteflüssigkeit dicht an den Anwärmeofen angebaut und zwar entweder neben diesem, wie in Fig. 1 bis 3, oder darunter, wie in Fig. 4 bis 6. Gleichzeitig ist Vorsorge getroffen, das Härtebad von dem Ofenfeuer durch einen bezw. verticalen oder horizontalen Schieber abzuschliessen, damit das geschmolzene Fett sich nicht entzünde. Zu gleichem Zweck ist auch der Behälter, so weit er frei steht, mit einem gut schliessenden Deckel abgedeckt. Vor dem eigentlichen Erhitzen werden die Gläser langsam angewärmt; hierzu ist entweder eine Wärmröhre an den eigentlichen Ofen angebaut, wie dies der Tafelglas-Härteofen zeigt, oder das Anwärmen erfolgt in einem Nebenofen wie bei der gezeichneten Anordnung für Hohlglas.

Das Härtebad erhält in allen Fällen seine eigene regulirbare Feuerung; ein Thermometer giebt die Temperatur desselben an, und der Stand der Flüssigkeit wird durch ein Ueberfallrohr auf der passenden Höhe erhalten. Um die auf dem geschmolzenen Fett sich bildenden Krusten zu entfernen, sind Rührwerke angebracht.

Um Scheiben zu härten, werden dieselben in dem Anwärmecanal, Fig. 3, auf einem Drahttuch ohne Ende dem eigentlichen Ofen zugeführt, dann auf den darin befindlichen Streckwagen mit Streckstein geschoben, der zur gleichmässigen Erhitzung hin und her bewegt, oder nach der in Fig. 10 gezeichneten Einrichtung gedreht werden kann. Gehörig erhitzt gelangt die Tafel dann auf den beweglichen Herd des Ofens, dieser wird, wie die Zeichnung es darstellt, aufgekippt und lässt die Tafel auf einen in dem Härtebade befindlichen Rahmen gleiten; hierbei wird ein Aufstossen durch eine am unteren Ende befindliche Rolle aus Drahtgewebe so viel wie möglich gemildert. Auch dieser Rahmen lässt sich in horizontale Lage aufkippen, und die Scheibe kann dann in den davor liegenden mit einzelnen Fächern versehenen Kühlkasten geschoben werden, der eine grössere Anzahl von Tafeln aufnehmen kann und von Zeit zu Zeit entleert wird.

Hohlglas wird in einem besonderen Ofen angewärmt, dann auf den Herd des Wärmofens gebracht und zur besseren Erhitzung der Feuerbrücke zugeschoben. Der leere Herd lässt sich dann bei Seite kippen und macht das darunter befindliche Härtebad frei. In diesem hängt ein Rumpf von Drahtgewebe, in welchen die erwärmten Stücke geschoben werden, so dass sie möglichst unbeschädigt auf das darunter liegende, über Rollen laufende Metalltuch fallen. Auf diesem gelangen die Hohlgläser allmälig in den Kühlbehälter, der, wenn er gefüllt ist, ausgehoben und durch einen neuen ersetzt wird.

Die übrigen Abbildungen stellen noch einige besondere Einrichtungen und Werkzeuge der Fabrikation dar, so Fig. 7 einen transportablen Kühlbehälter, der in den mit verschiedener Neigung stellbaren Bock eingelegt wird. Fig. 8 und 9 zeigen die Einrichtung zum Kühlen von Lampengläsern und Röhren, welche während des Erwärmens an der in Fig. 11 und 12 in grösserem Massstabe dargestellten Stange gedreht werden können und dann durch Anheben der Stange in das Härtebad gebracht werden. Fig. 15 ist eine zwischen vier Zinken geklemmte Thonröhre, um darin ganz kleine Gegenstände zu härten, endlich Fig. 13 und 14 eine Zange, in welche Lampencylinder zum Härten eingehängt werden.

Uebrigens sollen die hier abgebildeten Oefen und Werkzeuge nur ein Bild von dem Gange des Verfahrens geben, da sie bald nur noch ein historisches Interesse haben werden. Wie wir aus zuverlässiger Quelle erfahren haben, arbeiten nämlich die deutschen Hütten, welche sich des de la Bastie'schen Verfahrens bedienen, auf etwas einfachere Weise, indem sie nicht mehr die Glaswaren bei der Anfertigung vollständig erkalten lassen, um sie späterhin zum Zweck des Härtens wieder erhitzen zu müssen, sondern die von der Formgebung noch heissen Gegenstände direct in das Fettbad bringen. Hierdurch erlangen sie die Vortheile, welche sowol R. Meusel wie Fr. Siemens als Eigenthümlichkeiten ihres Verfahrens rühmen.

Ueber diese mögen jetzt noch einige Mittheilungen hier folgen.*)

Das Verfahren Rich. Meusel's in Geiersthal-Wallendorf bestand**) anfangs darin, dass, „um die mit der Anwendung von Fettbädern verbundenen Uebelstände — Feuersgefahr und Schwierigkeit der Reinigung — zu vermeiden, wässerige Lösung von Salzen, Pflanzenschleim, Glycerin a. A. angewendet und die rothglühenden Gläser, nachdem sie der Fertigmacher vollendet hat, von demselben noch an der Pfeife in das Bad gehalten wurden, um sie darin stark — etwa auf 80 bis 100° — abzukühlen." Hierdurch wurde die Widerstandsfähigkeit des Glases im hohen Grade erhöht***), es zeigte aber nicht „den so unbeliebten Bruch des de la Bastie'schen Glases, sondern brach in grossen Stücken." Da man aber gegen diese Methode den Einwand erhob, dass man das Glas nicht im Bade abschlagen und fertig kühlen lassen könne, hat gegen-

---

*) Auch Th. Lubisch und B. Riederer haben auf der Andreashütte bei Klitschdorf sogenanntes Metallglas dargestellt, welches dem de la Bastie'schen an Festigkeit gleichkommen soll.

**) Nach Privatmittheilungen Hrn. R. Meusel's.

***) Flaschen von gewöhnlicher Wandstärke, nach diesem Verfahren hergestellt, hielten einen Druck von 30 Atm. aus, während eine nach gewöhnlicher Weise fabricirt, bei doppelter Wandstärke nur 15 Atm. aushielt.

wärtig Meusel sein Verfahren, und namentlich das Bad, so modificirt, dass es die gewünschten Vorzüge ohne die de la Bastie'schen Schattenseiten besitzt und in mehreren Etablissements, die nach demselben arbeiten, die besten Erfolge giebt.

Pieper, dessen Verfahren in Frankreich patentirt und, beiläufig bemerkt, vom Verbande der deutschen Glasindustriellen für 300 000 ℳ angekauft ist, stellt sein „Vulkanglas" dadurch her, dass er es durch einen Luftstrom, Dampfstrahl oder Wasserstaub abkühlt. Nach Fr. Hasslacher's Angabe im „Polytechn. Notizbl.", 1876, S. 47 wird das rothglühende Glas durch überhitzten Dampf, welchen man direct in den Glühofen einlässt, abgelöscht.

Fr. Siemens hat in einem in der polytechnischen Gesellschaft in Berlin gehaltenen Vortrage über sein Verfahren nur mitgetheilt, dass sein Zweck war, die Anwendung der leicht entzündlichen Fettbäder zu umgehen und zu vermeiden, dass die schon fertig geformten Gegenstände bei der bis zum Erweichen gesteigerten Hitze ihre Gestalt einbüssen können. Die Versuche, kleine Glastäfelchen zwischen Thonplatten zu härten, zeigten klar, dass dieser Weg zu einem wirklich praktischen Resultat führen könne, und die jetzt vorliegenden Resultate haben die Richtigkeit dieser Annahme erwiesen. „Das Presshartglasverfahren ist nicht nur ein Glashärtungsverfahren, sondern auch wesentlich ein Glasfabrikationsverfahren, indem es formgebend auftritt." Diesen Gesichtspunkt hebt sowol Fr. Siemens selbst wie auch Hr. Ingenieur Hermann hervor, der in einem im Dresdener Gewerbeverein am 8. Jan. d. J. gehaltenen Vortrage noch folgende nähere Mittheilungen gemacht hat.*) Das Siemens'sche Verfahren verlangt den Artikel nicht fertig, sondern giebt ihm neben der Härtung zugleich die definitive Form. Man verwendet dazu Metallpressen, welche dem doppelten Zweck der Formgebung und Härtung in einer Operation genügen, ein wesentlicher Vortheil, den das Siemens'sche Verfahren vor dem französischen voraus hat.... Das Glas wird ebenfalls angewärmt, aber nicht wie bei de la Bastie im Bade, sondern in der Presse gehärtet. So einfach dies Verfahren erscheint, so erfordert es doch zur Herstellung verschiedener Artikel auch die verschiedenartigsten Einrichtungen und für jeden Artikel besondere Formen. Einer der wichtigsten Glasartikel ist aber hartes Tafelglas. Nach dem Bastie-Verfahren ist dieses in grösseren Dimensionen gar nicht darzustellen, da es sich beim Einbringen und in dem Bade verzieht, was bei dem Siemens-Verfahren nicht möglich ist. Die bedeutende Festigkeit der Siemens'schen Glasschalen haben wir durch die oben S. 304 mitgetheilten Versuche constatirt, die übrigen Eigenschaften der uns freundlichst übersandten Proben, namentlich auch des gemusterten Musselinglases lassen nichts zu wünschen. Den in den „Dresdener Nachrichten" gebrauchten Satz: „Der Bruch des Siemens'schen Glases ist faserig, der des Bastie'schen krystallinisch" können wir aber nicht adoptiren (Vergl. S. 311). Dagegen stimmen wir damit überein, dass sich die Hartglasscheiben zu Bedachungen, für Gewächshäuser u. dgl., Laternenscheiben, mattirte und gemusterte Scheiben für Geschäftsräume, zu Fussböden, Wandtäfelungen, selbst zu Ofenthüren u. dgl. empfehlen. Der Umstand, dass es sich nicht schneiden lässt, kann seiner Anwendung nicht hinderlich sein; der Preis ist gegenwärtig bei $\frac{6}{4}$ Stärke für weisses Tafelglas $7\frac{1}{2}$ ℳ, für mattes 9 ℳ und für Musselin $11\frac{1}{2}$ ℳ pro Quadratmeter.

Ob das Hartglas als Handelsware grössere Verbreitung finden wird, dürfte besonders davon abhängen, ob die in den Zeitungen hin und wieder auftauchenden Mittheilungen von freiwilligen „Explosionen" kein Vorurtheil gegen seine Anwendung erwecken werden.

*) „Dresdener Nachrichten", 1877, No. 11.

Pendeluhr mit selbstthätiger Aufziehvorrichtung.

Vom Baumeister **F. Helling** in Berlin.

(Hierzu Tafel XVI und XVII.)

Wenngleich eine Vorrichtung, welche ein selbstthätiges Aufziehen eines Uhrwerkes bezweckt, für gewöhnliche Zimmeruhren keinen grossen Nutzen gewährt, da die darauf verwendete Kraft und Zeit eine äusserst geringe ist, so bietet sie schon für Thurmuhren die Annehmlichkeit, dass das Treppensteigen vermieden werden kann. Sie ist aber von hohem Werthe für wissenschaftliche Zwecke, um gleichzeitige Messungen und Zeitbestimmungen z. B. für Temperaturveränderungen, Regenmengen, Windbewegungen u. s. w. an Orten vornehmen zu können, die jahrelang kein Fuss zu betreten braucht. Sie bietet ferner für kleine sehr geringe Kraft erfordernde Bewegungen eine beständige Kraftquelle und insofern ein Interesse, als durch sie die Frage des Perpetuum mobile, wenn auch nicht in dem gewöhnlich damit verbundenen Sinne oder Unsinne einer sich selbst ersetzenden Kraft gelöst ist.

Der Apparat ist in den Figuren auf Taf. XVI und XVII dargestellt.

Das Rohr *a* verbindet ein mit Glycerin oder einer anderen Flüssigkeit gefülltes Gefäss, welches so zu construiren ist, dass es möglichst viel Oberfläche bietet, mit dem Presscylinder *b*, in welchem der Kolben *c*, mit Manschettenliderung gedichtet, sich auf- und niederbewegen kann. Auf diesem Kolben ruht das Gewicht *d*, auf welchem die Zahnstangen *e*, *e* befestigt sind. Bei eintretender Temperaturerhöhung dehnt sich nun das Glycerin aus und treibt den Kolben *c* mit dem Gewichte *d* in die Höhe; bei Erniedrigung der Temperatur zieht sich das Glycerin u. s. w. zusammen, und das

Gewicht *d* macht mit dem Kolben *c* und den darauf befindlichen Zahnstangen *e*, *e* eine niedergehende Bewegung. Jede der beiden Zahnstangen *e* greift in je ein Getriebe *h*, welches lose auf der Welle *f* sitzt, und von denen jedes mit einer Scheibe *g* verbunden ist. Da die Zahnstangen *e* auf verschiedenen Seiten der Welle *f* angebracht sind, so bewegen sich die beiden Getriebe *h*, *h* sowol bei der aufgehenden als bei der niedergehenden Bewegung der Zahnstangen in entgegengesetzter Richtung.

Auf der Welle *f* sind neben den losen mit den Getrieben verbundenen Scheiben *g*, *g* die Sperrräder *i*, *i* befestigt. In dieselben greifen die in Fig. 4, Taf. XVI, sichtbaren Sperrklinken *k*, welche an den durch die Zahnstangen *e* getriebenen losen Scheiben *g* sitzen. Sie sind so angebracht, dass die aufgehende wie die niedergehende Bewegung die Welle *f* immer nur nach der mit dem Pfeil bezeichneten Richtung dreht.

Auf der Welle *f* sitzt ferner das Stirnrad *m*, welches in das Getriebe *n* greift, das auf der Welle *o* festsitzt. Das auf der Welle *o* befestigte Sperrrad *p* hat den Zweck, auch geringere Bewegungen, welche sonst wirkungslos wären, festzuhalten und zu verwerthen.

Mit dem Getriebe *n* verbunden ist die conische Frictionsscheibe *q*, die mit der Frictionsscheibe *r* correspondirt und ihre Bewegung auf dieselbe überträgt. Die Frictionsscheibe *r* sitzt lose auf der Welle *o* und ist mit der tief eingeschnittenen Schnurscheibe *s* versehen. Auf der Welle *o* sitzt, ebenfalls lose, die Schnurscheibe *t*, an welcher das Triebrad *u* des eigentlichen Uhrwerkes angegossen oder sonst befestigt ist, welches also auch lose auf der Welle läuft.

Ueber die beiden Schnurscheiben geht eine Schnur ohne Ende, welche auf der einen Seite das Treibgewicht *v* des Uhrwerkes, auf der anderen Seite das Spanngewicht *w* der Schnur trägt. Beide Gewichte hängen an losen Rollen *x*, *x*.

Durch die von den Zahnstangen ausgehende Bewegung wird nun beständig bei jeder Temperaturschwankung das Treibgewicht *v* in die Höhe gehoben, während sich das Spanngewicht senkt, wogegen wieder durch die Pendelschwingung der Uhr das Treibgewicht heruntergeht und das Spanngewicht gehoben wird, und wäre somit eine Continuität der Bewegung hergestellt.

Beide Bewegungen geschehen jedoch nicht gleichmässig und sind von einander unabhängig. Es muss deshalb einerseits Sorge getragen werden, dass die aufgehende Bewegung des Treibgewichtes noch functionirt, wenn die Pendelschwingung die herabgehende Bewegung bis zur äussersten Grenze veranlasst hat, und andererseits die aufgehende Bewegung des Treibgewichtes beschränkt, also ausgerückt werden kann, wenn die durch die Pendelschwingung veranlasste herabgehende Bewegung des Treibgewichtes geringer ist als die aufgehende.

Um nun das erstere, also das stete Aufgezogensein der Uhr zu bewirken, muss das Werk auf die geringste tägliche Temperaturausdehnung gestellt werden, welche erfahrungsmässig an dem Orte der Aufstellung des Werkes stattfindet und hiernach die Quantität des Glycerins und der Durchmesser des von ihm getriebenen Kolbens genau geregelt sein. Die aufgehende Bewegung des Treibgewichtes der Uhr wird sonach und muss immer die herabgehende überwiegen. Um sie nun zu unterbrechen, wenn sie an den Punkt gelangt ist, den sie nicht überschreiten soll, ist das Gehänge des Treibgewichtes mit der Zahnstange *y* versehen, welche in das Stirnrad *z* eingreift und dieses dadurch dreht. Das Stirnrad *z* sitzt lose auf der Welle *o* und hat an seinem Ende eine Schraube mit steilem Gewinde, welche in die hohle Röhre α eingreift und diese somit bei einer Drehung in der Richtung nach dem Stirnrade *z* hinzieht. Die Röhre α greift mittelst der ringförmigen Scheibe β in einen Rand der Frictionsscheibe *r*, wodurch diese der die Schraube vermittelten Bewegung nach dem Stirnrade *z* zu in der Richtung des Pfeiles γ folgen muss.

Hierbei löst sich nun die Frictionskuppelung und das Treibgewicht wird wieder herabgleiten. Die Feder ϑ drückt die Schraube und Frictionsscheibe wieder in die frühere Lage zurück, so dass letztere wieder von Neuem functioniren kann. Die beiden Führungsstege λ, λ, zwischen denen die kleine Frictionsrolle ν läuft, verhindern die Drehung der hohlen Röhre α, welche sonst nicht wirken würde.

Damit durch das Herabgleiten des Treibgewichtes dem Triebrade der Uhr keine Stösse mitgetheilt werden und dadurch den Gang der Uhr irritiren, ist die Bremsschnur mit dem Bremsgewichte φ in einer zweiten Schnurrinne der Frictionsscheibe *r* laufend angebracht. Durch Höher- oder Tieferstellen der kleinen Rolle ψ kann die Wirkung der Bremse regulirt werden.

Für Schlaggewichte würde eine ähnliche Vorrichtung auf der anderen Seite anzubringen sein.

Statt der Ausdehnung der Flüssigkeit könnte man ebenso gut, insbesondere für Thurmuhren, Uhren auf Sternwarten u. dgl. die Ausdehnung von Metallstangen verwenden, wobei das Gewicht *d* überflüssig würde.

Die Niederbringung des Schachtes Agathe des Salzwerkes „Neu Stassfurt".

Von **F. Köppen.**

(Vorgetragen in der Versammlung des Sächsisch-anhaltinischen Bezirksvereines vom 3. Juni 1877.)

Das Chlornatrium, Kochsalz genannt, ist ein auf unserem Planeten äusserst häufiges Mineral. In den Continenten ist es in gewaltigen Mengen verbreitet, und sind in Europa die grossen Lager von Wieliczka und Stassfurt die hervorragendsten. In wärmeren Gegenden, wie am Aralsee, am caspischen und am todten Meere

befindet sich das Salz an der Oberfläche der Erde. An vielen Orten führen und führten Quellen so bedeutende Salzmengen mit sich, dass sie Veranlassung zu den ersten Niederlassungen unserer Vorfahren wurden. Nachdem die Kunst erfunden, die Salzquelle, Sohle genannt, durch Versieden über Feuer in Salzkrystalle zu verwandeln, wurde ein solcher Ort bald ein Sammelpunkt der Bevölkerung, des Warenverkehrs und friedlicher sowie höherer Culturgewohnheiten.

Wenn Brod und Salz die Urspeise der Völker bildeten, und das Salz anfänglich nur als Gewürz und Beikost genossen wurde, so wurde dasselbe jedoch nach und nach ein Bindemittel zwischen den Völkern.

Der gemeinschaftliche Genuss des Salzes ist nach alter Sitte der Inbegriff von Gastlichkeit und Freundschaft. Noch heut zu Tage wird bei den slavischen Völkern der Fremde mit Salz und Brod willkommen geheissen; selbst der Araber beruft sich bei Streitigkeiten darauf, dass er mit dem Gegner Salz und Brod gegessen d. h., dass es sich um einen Bruch vertrauter Freundschaft handele. Erst derjenige Freund ist bewährt, mit dem wir einen Scheffel Salz verzehrt haben, sagt ein altes Sprichwort.

Je weiter die Civilisation gedieh, desto unentbehrlicher wurde der tägliche Genuss des Salzes. Wie ohne Wasser kein Mensch leben kann, so auf höherer Culturstufe kein Mensch ohne Salz. Hierauf gründete sich auch die Berechnung der Regierungen, wenn sie schon in den ältesten Zeiten den Verbrauch des Salzes mit einer Steuer belegten; denn diese versprach eine sichere Einnahme, da jeder ohne Ausnahme und in gleichem Masse dazu beitragen musste.

Gehen wir nun zur Gegenwart über und sehen uns die Verbreitung des Steinsalzes in Deutschland näher an, so finden wir, dass in dem Gebiete des nördlichen Flachlandes nur wenige Sohlquellen sind; zunächst Lüneburg in Hannover, Sulz in Mecklenburg, Greifswald und Colberg in Pommern, welche die Nähe von Steinsalzlagern beweisen. Erst in neuerer Zeit veranlassten die hervorragenden Gypserhebungen bei Sperenberg, Inowraclaw und Seegeberg Bohrungen, welche mächtige Lager von Steinsalz entdecken liessen; z. B. wurden in Sperenberg 1184^{m} Steinsalz erbohrt, ohne das Liegende zu erreichen. Ueberall übernahm der der Trias angehörende Gyps die sichere Leitung für diese Bohrungen. Im Jahre 1867 wurde in Sperenberg das Steinsalz in einer Tiefe von 89^{m}, 1869 in Seegeberg in einer Tiefe von 97^{m} und 1871 bei Inowraclaw in einer Tiefe von 128^{m} erbohrt.

Die südliche Hälfte Norddeutschlands nimmt nun unser besonderes Interesse in Anspruch. Wir finden hier durch den Harz getrennt das Thüringer und das Magdeburg-Halberstädter Becken, welche, von älteren Gebirgsmassen umgrenzt, sich besonders zu den Salzablagerungen geeignet haben mögen. Wie gross die Tiefe dieser Becken, geht wol daraus hervor, dass nur bei Erfurt das Liegende des Steinsalzes erbohrt ist und zwar in einer Mächtigkeit von 336 bis 367^{m}. Weitere 94^{m} ergaben Muschelkalk. Nur bei Erfurt, Stassfurt und Egeln sind die Salzlager durch Schächte aufgeschlossen und in Betrieb genommen worden. So gross sich nun auch das Salzlager bei Sperenberg mit seiner erbohrten Mächtigkeit von 3769 Fuss zeigt, so nimmt doch das Magdeburg-Halberstädter Becken durch seine bedeutende Flächenausdehnung bis zu 25 Quadratmeilen, sowie besonders durch die Mannigfaltigkeit der verschiedenen Salzarten unsere Bewunderung in Anspruch.

Im Jahre 1839 am 3. April wurde das erste Bohrloch auf Steinsalz in Stassfurt angesetzt; 1843, also nach fast 5 Jahren, traf man in einer Tiefe von 256^{m} das Salzlager und bohrte dann in Steinsalz noch 325^{m} weiter, ohne das Liegende zu erreichen. Die aus dem Bohrloch erhaltene, gesättigte Sohle von 1,2 bis 1,3 spec. Gewicht, welche 27 pCt. Kochsalz enthalten sollte, war jedoch nicht zur Salzsiedung zu gebrauchen, da dieselbe gegen 13 pCt. Chlormagnesium enthielt und nur 16 pCt. Kochsalz.

Man hielt nun das aufgefundene Salzlager infolge dieser Zusammensetzung für ganz unbauwürdig, und erst im Jahre 1851, nachdem andere Ansichten über die eigenthümliche Zusammensetzung der Sohle sich Bahn gebrochen, liess die Regierung den Schacht „von der Heydt“ und 1852 den Schacht „von Manteuffel“ anhauen. Nach 5 Jahren wurde die unterste Abbausohle in 335^{m} Tiefe erreicht.

Beim Abteufen der preussischen Schächte traf man nach Durchsenkung der 8^{m} starken Diluvialschicht bis 190^{m} Tiefe Sand, Rogenstein und Kalkstein, bis 249^{m} Gyps und Anhydrit, dann 7^{m} Salzthon, bei 256^{m} die Kalisalze und bei 306^{m} die reinen Steinsalze.

Die nur 1168^{m} entfernten anhaltischen Schächte durchteuften 6^{m} Diluvialgebirge, stiessen sofort auf Gyps und Anhydrit bis 123^{m} Tiefe, fanden nach einer 27^{m} starken Salzthonschicht bei 150^{m} die Kalisalze und bei 195^{m} das Steinsalzlager.

Die Wichtigkeit der Stassfurter Salzlager ist nun durchaus nicht allein durch das Steinsalz bedingt, sondern liegt hauptsächlich in dem hohen Werthe der auf dem Steinsalz aufliegenden Mutterlaugensalze, welche sich durch die Reichhaltigkeit an Kali auszeichnen und ausser Kalucz jetzt die einzigen Fundorte auf der Erde sind, wo Kalisalze in leicht löslicher und leicht zu gewinnender Form in solcher Masse ausgebeutet werden können.

Die Kalisalze, welche in einer Mächtigkeit von 135 bis 150^{m} dem reinen Steinsalz aufgelagert sind, erhielten den Namen Abraumsalze, weil man glaubte, dieselben erst abräumen zu müssen, um zu dem reinen Steinsalze zu gelangen. Man hatte im Anfang wol nicht entfernt eine Ahnung, wie schnell das Verhältniss sich dahin ändern würde, dass die Abraumsalze sobald das Steinsalz verdrängen und einen Welthandel für das daraus dargestellte Kali begründen würden.

Den schnellen Aufschwung der auf Verarbeitung dieser Abraumsalze gegründeten Industrie ersieht man wol am klarsten aus der gesteigerten Förderung der

Kalisalze. Es wurden von beiden Werken, Stassfurt und Leopoldshall, gefördert

im Jahre 1860	etwa	5 500 Ctr.	
- - 1861	-	45 800 -	
- - 1862	-	394 900 -	
- - 1863	-	1 167 000 -	in 11 Fabriken.
- - 1864	-	3 313 000 -	in 18 Fabriken.
- - 1865	-	1 800 000 -	in 16 Fabriken.
- - 1866	-	2 898 000 -	
- - 1867	-	3 068 000 -	
- - 1868	-	3 618 000 -	
- - 1869	-	4 623 000 -	
- - 1870	-	5 820 000 -	
- - 1871	-	7 501 000 -	
- - 1872	-	9 775 000 -	
- - 1873	-	8 995 000 -	
- - 1874	-	8 526 000 -	
- - 1875	-	9 766 000 -	
- - 1876	-	10 540 000 -	

Die Kali-Industrie beschäftigt gegenwärtig mit Ausnahme der etwa 1300 Bergleute gegen 3000 Arbeiter, 120 Dampfkessel mit Maschinen von etwa 1600 Pferdest.

Bei der andauernden Ausdehnung der Consumtion der Kalisalze war es natürlich, dass nun auch Privatgesellschaften die weitere Aufschliessung der Kalilager in die Hand nahmen. Zunächst wurden von H. Douglas bei dem Dorfe Westeregeln, etwa 2 Meilen nordwestlich von Stassfurt, zwei Schächte abgeteuft, welche bei einer Tiefe von 149 bis 193^{m} gleichfalls Kalisalze aufschlossen, die aber entgegengesetzt den Stassfurter Lagerungen mit einer Steinsalzschicht von 20^{m} bedeckt sind.

Die zweite Gesellschaft, A. Riebeck, setzte ihren Schacht in östlicher Richtung in etwa 1400^{m} Entfernung von den preussischen Schächten an, fand aber bei einer Tiefe von 241^{m} nur Steinsalz und hat deshalb das Unternehmen aufgegeben.

Diese Gesellschaft hat zwar keinen materiellen Vortheil errungen, jedenfalls aber der Wissenschaft den Dienst erwiesen festzustellen, dass am Ostrande des Stassfurt-Egeler Rogensteinsattels die Kalisalze aufhören.

Die dritte Gesellschaft, „Agathe“ oder „Neu Stassfurt“, hat in ganz auffallend kurzer Zeit ihren Schacht niedergebracht und dadurch den Beweis geliefert, was hohe Intelligenz unter Benutzung der grossen Fortschritte, welche der Bergbau in den letzten 20 Jahren gemacht hat, zu leisten im Stande ist. Es ist dies um so mehr hervortretend, da zwei von der preussischen Regierung begonnene Schächte wieder aufgegeben werden mussten, ohne das Salzlager erreicht zu haben.

Die Gesellschaft ist nun nicht allein so freundlich gewesen, dem Vereine die Besichtigung des Werkes zu gestatten, sondern hat mir auch nachfolgende nähere Daten über die Abteufung des Schachtes überlassen.

Im August 1869 hat die Gewerkschaft ihre Bohrversuche begonnen und im Januar 1874 beendet. Während dieser Zeit sind 7 Bohrlöcher niedergestossen worden. Zu gleicher Zeit sind sieben Felder erworben, welche einen Flächenraum von 17512.000^{qm} umfassen. Im Juni 1874 wurde der Beschluss gefasst, diese Felder unter dem Namen „Neu Stassfurt“ zu consolidiren, welcher Act durch die königl. Bergbehörde 1875 bestätigt wurde.

Bereits im Jahre 1872 entschloss man sich zum bergmännischen Aufschluss der erbohrten Lagerstätten und wählte den Schachtpunkt im Löderberger Felde, dicht an der Stassfurt-Löderberger Kohlenbahn. Am 2. Januar 1873 wurde mit Aufstellung eines Förderthurmes begonnen, und ist derselbe bis 5. Februar fertig gestellt worden. Demnächst erfolgte das Abteufen des Schachtes bis 26^{m} Tiefe mittelst eines Haspels. Gleichzeitig wurden zwei Dampfkessel von je $9^{m},4$ Länge, $2^{m},2$ Durchm., eine 40pferdige Maschine zur Förderung, eine Locomobile mit zwei Pumpen und eine 50pferdige Maschine zur Wasserhaltung mit zwei Rittinger-Pumpensätzen aufgestellt. Die Locomobile nebst Pumpen wurde im Juni 1873, die 40pferdige Maschine am 18. August und die 50pferdige Wasserhaltungsmaschine im December v. J. in Betrieb gesetzt.

Behufs Unterbringung von Arbeitern und Beamten wurden 14 Doppelwohnhäuser für Arbeiter, 1 Kaserne, 1 Steigerwohnhaus und 1 Beamtenwohnhaus erbaut. Das Abteufen des Schachtes erfolgte mit kreisrundem Querschnitt nach englischem Muster, mit einem Durchmesser von $6^{m},60$, wobei auf eine wasserdichte Mauer von 620^{mm} Stärke gerechnet wurde, so dass nach der Ausmauerung nur ein lichter Durchmesser von $5^{m},35$ verblieb.

Zur verlorenen Zimmerung wählte man Keilkranz-Zimmerung, die bei der Ausmauerung herausgenommen wurde und beim demnächstigen Abteufen wieder Anwendung fand. Diese Keilkränze werden etwa 1^{m} hoch über einander gelegt, mit 10 Stück Bolzen fest angetrieben, und die kreisrunde Gesteinsfläche des Schachtes mit Bohlen dicht ausgekleidet. 35 dieser Keilkränze reichten zum Abteufen des ganzen Schachtes aus, sie waren hinreichend haltbar und konnten elfmal eingebaut werden.

Am 20. März 1876, also nach Ablauf von 37½ Monat, war der Schacht 303^{m} tief abgeteuft und ebenso hoch ausgemauert. Zum Sprengen des Gesteins wurde Dynamit verwendet. Das Abteufen und Ausmauern erfolgte satzweise.

Die wasserdichte Ausmauerung ist $249^{m},2$ hoch bewirkt, und auf $53^{m},8$ ist der Schacht nur auf eine Steinstärke verblendet worden, damit zeitweise eindringende Wasser die Salzstösse nicht auszuwaschen vermögen. Die Höhe der Sätze richtete sich nach der Festigkeit des Gebirges und nach dem Zugange der Wasser.

Besonders wichtig war es, jedem Mauersatze ein sicheres Fundament zu verschaffen, weil davon die Haltbarkeit der Mauer hauptsächlich abhängt. Ausserdem war es auch vortheilhaft, die Wasserzugänge in der Gewalt zu behalten, damit sie die Arbeiten im Schachte möglichst wenig störten. Als Fundament für die Mauersätze dienten vorzugsweise gusseiserne Keilkränze von 90 bis 100 Ctr. Gewicht, und zur grösseren Sicherheit

wurde dicht über den Kränzen ein entsprechend starkes Widerlager im Gestein hergestellt. Zur Ausmauerung selbst wurden besonders geformte Thonkeilsteine aus Calbe, Stern-Cement und guter Mauersand im Verhältniss von 1 : 3 verarbeitet.

In 37½ Monat wurde der Schacht, wie oben erwähnt, 303^{m} abgeteuft und ebenso hoch ausgemauert. Die Leistung beträgt daher pro Monat durchschnittlich 16^{m},17, und es darf nicht unerwähnt bleiben, dass die Ausmauerung mehr Zeit in Anspruch nahm als das Abteufen.

Der Erfolg der Ausmauerung war ein befriedigender; denn von 8,51 Cubikfuss Gesammt-Wasserzuflüssen behielt man 0,5 Cubikfuss übrig, die heute noch gewältigt werden müssen. Die Arbeiter, welche den Schacht abteuften, wurden auch gleichzeitig zur Ausmauerung benutzt und besonders bei letzterer Arbeit seitens der Werksverwaltung sorgfältig überwacht.

Der Schacht durchteufte 8^{m},128 Diluvium, 236^{m},57 Thon, Sandstein und Schieferplatten von rother und blauer Färbung, mit schwachen Schichten von Rogenstein, Kalkstein und Gyps, welche Schichten zum Buntsandstein gehören.

Bei 245^{m},7 Teufe traf man im October 1875 ein Steinsalzlager, welches sofort in verschiedenen Sohlen und zwar in 263, 278 und 303^{m} Tiefe des Schachtes näher untersucht und aufgeschlossen wurde und zwar in den ersten beiden Sohlen östlich und in der letzten in östlicher und westlicher Richtung. Dies Steinsalzlager, 40 bis 50^{m} mächtig, ist auf den benachbarten Salzwerken nicht bekannt, tritt aber wahrscheinlich längs des ganzen Salzgebietes von Stassfurt bis Egeln auf und ist von ausgezeichneter Reinheit.

Man war nun ferner bemüht, auf das Kalisalzlager zu treffen und trieb daher den oberen Querschlag in 263^{m} Tiefe des Schachtes in östlicher Richtung ins Feld, traf bald, etwa beim Anschiessen des Anhydrits, eine starke Kalisalzlauge von 0,50 Cubikfuss Zufluss pro Minute, die nach den Analysen auf die Nähe der Kalisalzlagerstätten schliessen liess. Da nun die vorhandenen Rittinger-Pumpensätze bis zu dieser Sohle nicht ausreichten, so wurde der Ort verdämmt und sofort zur Verlängerung der Pumpen bis 280^{m} Tiefe geschritten. Nachdem dies geschehen, wurde der Querschlag in 278^{m} Tiefe lebhaft fortgesetzt, und am 20. Februar d. J. das Kalisalzlager aufgeschlossen. Dasselbe ist nunmehr 32^{m} querschlägig durchörtert und führt nach dem Liegenden Kainit, der 8^{m} mächtig ist.

Im Vorjahre ist das Werk mit Eisenbahnverbindung versehen worden, so dass dasselbe schon jetzt einen ansehnlichen Debit an Salzen hat.

Die bergmännischen Aufschlüsse und die Qualität der Salze berechtigen zu den besten Hoffnungen. Die Leistungsfähigkeit des Werkes ist dadurch gesichert, dass eine 350pferdige Fördermaschine, ein neuer Förderthurm, eine Kesselanlage für 10 Dampfkessel Ende vorigen Jahres fertig gestellt sind.

Die Maschine ist im Stande, täglich 15000 bis 20000 Ctr. Salz zu fördern. Das Werk beschäftigt bei der Salzgewinnung gegenwärtig 130 Arbeiter und hat bis Schluss Mai bereits gefördert

	216893 Ctr.	Steinsalz
	28210 -	Kalisalz
	2150 -	Kainit
Summa	247253	Centner.

Vermischtes.

Eigenschaften und Unterschiedsmerkmale der verschiedenen Eisen- und Stahlsorten.

Vom Ingenieur C. Grauhan.

(Vorgetragen in der Sitzung des Bergischen Bezirksvereines vom 6. März 1877.)

Das Eisen ist bekanntlich ein schweres Metall, dessen specifisches Gewicht 7,25 bis 7,87 beträgt. Es tritt fast nie rein auf, sondern stets in Verbindung mit Kohlenstoff. Je nach der Grösse des Kohlenstoffgehaltes unterscheidet man drei Modificationen des Eisens, nämlich Roheisen, Schmiedeeisen und Stahl. Das Roheisen hat den höchsten, Schmiedeeisen den niedrigsten Kohlenstoffgehalt, und Stahl liegt in der Mitte. Ausser Kohlenstoff sind auch noch andere chemische Bestandtheile mit dem Eisen in grösserer oder geringerer Menge verbunden. Hierzu gehören namentlich Phosphor, Silicium, Kupfer, Schwefel und Mangan. Von diesen Elementen sind immer schädlich Kupfer und Schwefel, fast immer nützlich das Mangan, dagegen können Phosphor und Silicium je nach ihrer Menge oder nach dem Zwecke, dem das Eisen dienen soll, nützlich oder schädlich sein.

I. Roheisen.

Das Roheisen wird dargestellt in Hohöfen durch Zusammenschmelzen von Eisenerzen mit Coks und Kalkstein. Roheisen ist schmelzbar, nicht schmiedbar und nicht schweissbar. Es schmilzt bei etwa 1500° C. und enthält 2,30 bis 5,7 pCt. Kohlenstoff. Man unterscheidet zwei Hauptsorten, nämlich graues und weisses Roheisen.

Das graue Roheisen wird im Hohofen gewöhnlich bei sehr heisser Windzuführung erhalten. Es hat einen körnigen, sandsteinartigen oder graukrystallinischen Bruch und verhältnissmässig wenig Härte und Sprödigkeit. Es ist erst in der höchsten Temperatur schmelzbar und wird vorher weich und plastisch. Je dunkler die Farbe, desto geringer ist die Festigkeit. Das graue Roheisen hat die Eigenthümlichkeit, dass es den Kohlenstoff nicht allein chemisch gebunden, sondern einen Theil als Graphit nur mechanisch beigemengt enthält. Es zeichnet sich ausserdem noch aus durch seinen hohen Siliciumgehalt. Das graue Roheisen wird vorzugsweise zur Herstellung von Gusswaren und zur Bessemerstahl-Fabrikation benutzt. Namentlich für den letzteren Zweck liebt man einen hohen Siliciumgehalt. In diesem Falle hat das graue Roheisen einen krystallinisch stark glänzenden Bruch mit grossen blattförmigen Krystallen.

Das weisse Roheisen hat krystallinisch eckigen Bruch von weisslicher Färbung bei bedeutender Härte und Sprödigkeit. Es ist schmelzbar bei geringer Temperatur, wird aber nicht so dünnflüssig wie graues Eisen. Im weissen Roheisen ist sämmtlicher Kohlenstoff chemisch gebunden. Lässt man flüssiges weisses Roheisen langsam erkalten, so scheidet sich ein Theil des chemisch gebundenen Kohlenstoffs als Graphit wieder aus, und es verwandelt sich in graues Roheisen. Die Bildung des weissen Roheisens geht bei niedrigerer Tempe-

ratur als jene des grauen vor sich, also unter Umständen, wo auch eine reichliche Reduction von Kieselsäure und ein grösserer Siliciumgehalt des Eisens vermieden sind. Dieser scheint die Eigenschaft des Eisens zu bedingen, beim Erkalten einen Theil des gebundenen Kohlenstoffs abzuscheiden. Dagegen veranlasst ein reichlicher Schwefel- oder Phosphorgehalt das Eisen, seinen Kohlenstoff vollständig gebunden zurück zu halten und weiss zu bleiben. Das weisse Roheisen wird vorzugsweise zur Herstellung von Stabeisen durch den Frischprocess im Puddelofen benutzt. Man unterscheidet drei Hauptsorten, nämlich mattes Eisen, strahliges Eisen und Spiegeleisen.

Das erstere hat einen mattweissen, wenig glänzenden Bruch und wird verwandt zur Herstellung von ordinärem sehnigen oder grobkörnigen Stabeisen. Das weissstrahlige Roheisen zeigt auf der frischen Bruchfläche stark glänzende Strahlen und dient zur Erzeugung von Feinkorneisen und Puddelstahl. Spiegeleisen endlich ist die kohlenstoffreichste weisse Roheisensorte. Es hat silberweisse grossblätterige, krystallinische Bruchflächen und wird besonders verwandt bei der Stahlerzeugung, entweder ausschliesslich wie bei der Fabrikation des Rohstahles oder als Zugabe bei Herstellung der meisten übrigen Stahlsorten.

II. Schmiedeeisen.

Wird dem Roheisen im Puddelofen ein Theil seines Kohlenstoff- und Siliciumgehaltes entzogen, so verwandelt es sich in Schmiedeeisen. Das Schmiedeeisen ist sehr schwer schmelzbar, aber leicht schmiedbar und schweissbar. Es schmilzt erst bei etwa 2000° C.; es erhärtet nicht, wenn man es warm in Wasser taucht. Sein Kohlenstoffgehalt variirt zwischen 0,1 und 0,65 pCt. Man unterscheidet drei Hauptarten, nämlich sehniges Eisen, Kaltbruch- oder Grobkorn-Eisen und Feinkorn-Eisen.

Das sehnige Eisen, welches meist für Stabeisen verwandt wird, hat einen sehnigen Bruch, der desto besser ist, je länger die Sehne. Es hat wenig Kohlenstoff und auch wenig Phosphor und Silicium.

Das Kaltbrucheisen hat einen grobkörnigen krystallinischen Bruch, es ist gewöhnlich reich an Phosphor und Silicium, schweisst besser und bei niedrigerer Temperatur als sehniges Eisen. Ferner hat es zwar eine geringe Zugfestigkeit, aber eine grosse Druckfestigkeit und wurde daher früher mit Vorliebe zu den Köpfen der Eisenbahnschienen verwandt.

Feinkorn-Eisen endlich hat einen feinkörnig krystallinischen Bruch, grossen Gehalt an Kohlenstoff, aber wenig Phosphor, Silicium und Schwefel. Es hat sowol eine grosse Druck- als auch Zugfestigkeit und vereinigt die Vorzüge der beiden ersten Eisensorten in sich, ohne die Nachtheile zu besitzen.

Will man nun bei einem Stück Stabeisen bestimmen, zu welcher dieser drei Sorten Schmiedeeisen es gehört, so geschieht dies am einfachsten dadurch, dass man es kalt bricht. Hierbei sind aber noch zwei wichtige Punkte zu berücksichtigen. Vor allen Dingen geht aus der eigenthümlichen Fabrikation des Stabeisens hervor, dass alle drei Eisensorten oft in einem und demselben Stabe vereinigt sein können. Bekanntlich wird Stabeisen entweder aus Packeten von zusammengelegten Luppenstäben oder aus Schrottpacketen oder aus Luppen und Schrott in der Weise hergestellt, dass diese Packete in einem Schweissofen erwärmt und dann zu den fertigen Stäben ausgewalzt werden. War nun in den Packeten irgend ein Stück Luppe oder Schrott, welches Kaltbruch oder Feinkorn enthielt, so geht dieses Korn stets mit in das fertige Eisen hinüber. Man wird also oft in die Lage kommen, Sehne und Grobkorn oder Sehne und Feinkorn in einem Stabe Eisen vereinigt anzutreffen.

Ein zweiter Umstand, welcher bei dem Brechen eines Eisenstabes zu berücksichtigen ist, besteht darin, dass man je nach der Art und Weise, mit welcher der Bruch vorgenommen wird, einmal einen körnigen und das andere Mal einen sehnigen Bruch erhält. Jedes Schmiedeeisen nämlich, welches vor dem Erkalten sich in geschmolzenem Zustande befand, zeigt nach dem Erkalten einen krystallinischen Bruch. So ist z. B. der Bruch einer geschmiedeten Luppe stets grobkörnig, gleichviel ob dieselbe nach dem Auswalzen sehnig wird oder ob sie ihr körniges Gefüge beibehält. Die Sehne kommt immer erst durch das Walzen und Strecken in das Eisen hinein, kann sich aber auch nachher leicht wieder in krystallinische Structur verwandeln.

Um bei dem Zerbrechen eines Eisenstabes stets ein richtiges Resultat zu erhalten, sind noch fernere fünf Punkte zu berücksichtigen, nämlich: 1) die Art der Einkerbung, 2) die Temperatur des Eisens, 3) die äussere Temperatur der Luft, 4) die Zeitdauer der Operation und 5) die Richtung und Stärke der Hammerschläge.

Wegen der Einkerbung ist zunächst zu bemerken, dass es am zweckmässigsten ist, den Stab nur auf der einen Seite mit einem scharfen Meissel einzukerben. Wenn ein Stab auf diese Weise gebrochen, einen sehnigen Bruch zeigt, so kann derselbe, rundum eingehauen, mit körniger Structur brechen. Ferner muss die Temperatur des Eisens dieselbe sein wie diejenige der äusseren Luft; sobald das Eisen vor dem Durchbrechen angewärmt wird, giebt es stets einen sehnigen Bruch. Bei kaltem Wetter, namentlich im Winter bei Frost, bricht Schmiedeeisen leicht krystallinisch.

Ein ganz wesentlicher Punkt ist die Zeitdauer der Operation. Soll dem Beobachter ein sehniger Bruch gezeigt werden, so giebt man ganz leise Hammerschläge auf den Stab, damit die Krystalle Zeit haben, sich zu dehnen, und damit der Bruch möglichst allmälig und langsam erfolgt. Soll dagegen der Stab körnig brechen, so nimmt man einen möglichst schweren Hammer und bricht den Stab plötzlich mit einem einzigen wuchtigen Schlage. Sodann ist endlich noch der Querschnitt des Stabes wesentlich. Dickes Rund- und Vierkanteisen ist stets schwerer sehnig zu erhalten als dünneres und Flacheisen.

Will man das Eisen nach seiner Güte classificiren, so sind zunächst die Fehler desselben ins Auge zu fassen. Es wurde schon oben bemerkt, dass Kaltbrüchigkeit, welche gewöhnlich mit zu den Fehlern des Eisens gerechnet wird, von grossem Phosphorgehalt herrührt. Wenn das Eisen in rothwarmem Zustande bricht, so ist es rothbrüchig und hat dann gewöhnlich zu viel Schwefel. Bricht das Eisen in kaltem Zustande sehr leicht und zeigt der Bruch sehr geringen Glanz und schlechte oder gar keine Sehne, so heisst es faulbrüchig. Die Faulbrüchigkeit rührt von eingemengten Schlackentheilen her. Ein grobkörnig krystallinischer Bruch endlich mit starkem bläulichen Glanz zeigt an, dass das Eisen verbrannt ist. In diesem Falle hat es zu viel Kohlenstoff verloren. Man hat sonach zu unterscheiden: Sehniges, Feinkorn-, Kaltbruch-, Rothbruch-, Faulbruch- und verbranntes Eisen.

Die Eigenschaften dieser sechs Arten können nun wieder verschiedentlich mit einander combinirt vorkommen und geben dann eine ganze Unzahl von verschiedenen Eisensorten. Noch zahlreicher aber und noch schwieriger zu erkennen sind die Unterschiedsmerkmale bei den verschiedenen Stahlsorten.

III. Stahl.

Der Stahl hat stets einen feinkörnigen krystallinischen Bruch. Je feiner das Korn ist, desto besser ist der Stahl. Der Stahl ist schmelzbar, schmiedbar und schweissbar. Er schmilzt bei etwa 1800° C. Je grösser der Kohlenstoffgehalt, desto leichter ist der Stahl schmelzbar; umgekehrt nimmt die Schweissbarkeit mit zunehmendem Kohlenstoffgehalt ab.

Früher nahm man allgemein an, dass der Kohlenstoffgehalt des Stahles stets höher sei als beim Schmiedeeisen. Heute fabricirt man aber Stahl, welcher ebenso wenig Kohlenstoff enthält wie das schmiedbare Eisen; doch bedingt im Allgemeinen auch heute noch der Kohlenstoffgehalt die Güte des Stahles. Je feiner der Stahl ist, desto mehr Kohlenstoff enthält er.

Eine sehr wesentliche Eigenschaft, welche wenigstens allen guten Stahlsorten gleichmässig zukommt, ist die Härtbarkeit. Taucht man erhitzten Stahl in Wasser, so vermag er eine sehr grosse Härte anzunehmen. Bei diesem Härten geht im Stahl ein chemischer Process vor sich. Jeder Stahl enthält nämlich gerade wie graues Roheisen etwas Kohlenstoff mechanisch beigemengt, welcher durch den Härteprocess sich chemisch mit dem Eisen verbindet. Eine eigenthümliche Erscheinung bei diesem Härten sind die sogenannten Härte-

farben oder Anlassfarben. Je nach dem Zwecke nun, dem der Stahl dienen soll, wird der Härteprocess bei einer bestimmten Farbe unterbrochen, indem man den Stahl schnell in Wasser taucht und vollständig abkühlt. Wenn man gehärteten Stahl abermals erhitzt und dann langsam abkühlt, so wird er wieder weich.

Man unterscheidet sieben verschiedene Arten von Stahl, nämlich: Puddelstahl, Rohstahl, Raffinirstahl, Cementstahl, Tiegelgussstahl, Bessemerstahl und Martinstahl.

Der Puddelstahl wird erhalten aus strahligem Roheisen im Puddelofen durch Entziehen von Kohlenstoff und Silicium.

Rohstahl wird dargestellt aus Spiegeleisen, indem man dasselbe im Frischfeuer mit Holzkohlen einschmilzt und ihm durch eingeblasene Luft Kohlenstoff entzieht.

Legt man mehrere Puddelstahl- oder Rohstahlbarren auf einander, bringt das so entstandene Packet auf Schweisshitze und reckt es unter einem Wasser- oder Dampfhammer aus, so wird dadurch der Stahl verfeinert oder raffinirt; das Product nennt man dann Raffinirstahl.

Cementstahl erhält man durch Erhitzen von Stabeisen in Kästen mit Holzkohlenpulver, wodurch dem Eisen Kohlenstoff zugeführt wird.

Tiegelgussstahl entsteht durch Zusammenschmelzen von Spiegeleisen und Stabeisen oder durch Umschmelzen von Puddelstahl in feuerfesten Schmelztiegeln.

Bessemerstahl wird dargestellt im Converter aus siliciumreichem Roheisen, indem demselben durch Hindurchblasen von Luft Kohlenstoff entzogen wird.

Der Martinstahl endlich wird im Flammofen durch Zusammenschmelzen von Roheisen und Schrott fabricirt.

Fragt man nun nach den Unterschiedsmerkmalen dieser sieben Stahlsorten, so giebt es wol keinen Hüttenmann, welcher mit absoluter Sicherheit jedes Stück Stahl richtig unter dieselben classificiren kann. Einige Merkmale giebt es allerdings, aber sie sind nicht immer durchschlagend.

(Schluss folgt.)

Ueber die Wassermessung bei Turbinen.

Ein im Bau dieser Motoren wohl erfahrenes Mitglied unseres Vereines hat unsere Aufmerksamkeit auf die auf Seite 71 d. Bds. mitgetheilte Wassermessung an einer Zeidler-schen Turbine gelenkt. Er behauptet, dass die in Tabelle No. I als in Rechnung zu setzenden Wassermengen der Wurzel aus den bei den Versuchen 1 bis 8 angegebenen Gefällhöhen proportional sein müssten, was aber nicht der Fall ist. Auch vermisst unser Correspondent die vorauszusetzende Proportionalität der in Tabelle II notirten Wassermengen mit den drei verschiedenen Radhöhen, und erachtet schliesslich die herausgerechneten Nutzeffecte, namentlich den von 88,8 pCt., zu hoch, daher den Schlusspassus auf Seite 78 nicht für gerechtfertigt. Den Woltmann'schen Flügel hält er zu genauen Wassermessungen nicht für geeignet, dagegen aber jede mit ihren Abmessungen gegebene Turbine selbst für einen nahezu genauen Wassermessapparat, der bei einer Reihe von Versuchen dem sorgfältigen Beobachter ein ebenso bequemes wie zuverlässiges Mittel zur Prüfung bietet.

Mit diesem letzteren Ausspruch hat der verehrliche Einsender einen wichtigen, bisher viel zu wenig beachteten Gegenstand berührt und uns dadurch veranlasst, auf denselben näher einzugehen.

Wenn eine Turbine mit verschiedenen Gefällhöhen arbeitet, dann sind die Wassermengen nur in dem Falle der Wurzel aus jenen Höhen proportional, wenn die Umdrehungszahlen sich ebenfalls im Verhältniss jener Wurzelgrössen ändern. Weichen aber, wie in den Versuchen 1 bis 8, Tabelle I des angezogenen Artikels, die Umdrehungen hiervon ab, so findet auch jene einfache Beziehung nicht mehr statt. Die Wassermenge ergiebt sich alsdann aus folgender

Berechnung.

Es sei für eine Radialturbine

E in Metern der Halbmesser des Laufrades am Eintrittsumfang;

A desgl. am Austrittsumfang;

e und a die lichten Radweiten an den betreffenden Umfängen und $\left(\frac{\mathfrak{e}}{e}\right)$ und $\left(\frac{\mathfrak{a}}{a}\right)$ die zugehörigen Verengungscoefficienten;

α der Neigungswinkel der Leitschaufeln gegen den Radumfang;

β und δ die Winkel, welche die Radschaufelenden mit dem E-Umfang bezw. A-Umfang bilden;

H die wirkliche Gefällhöhe;

h die nach Abzug der auf dem ganzen Wasserwege sich geltend machenden Widerstandshöhen nutzbare Gefällhöhe;

c die Austrittsgeschwindigkeit des Wassers aus dem Leitboden;

c_e die Anfangs- und

c_a die Endgeschwindigkeit des Wassers in den Radcanälen;

v_e die Geschwindigkeit des Eintritts-,

v_a diejenige des Austrittsumfanges;

$n = 60 \cdot \frac{v_e}{2\pi E}$ die Umdrehungszahl pro Minute;

Q in Cubikmeter die secundlich durchgehende Wassermenge.

Zur Berechnung von Q bei gegebenen Abmessungen einer Turbine für irgend ein Gefälle mit beliebiger Anzahl von Umdrehungen dient am besten die Grundgleichung *)

$$2gh = c^2 + c_a^2 - c_e^2 - v_e^2 + v_a^2;$$

nun ist aber auch

$$Q = c \,.\, 2\pi E \,.\, e\left(\frac{\mathfrak{e}}{e}\right) \sin\alpha \;^{**})$$

$$Q = c_e . 2\pi E \,.\, e\left(\frac{\mathfrak{e}}{e}\right) \sin\beta$$

$$Q = c_a . 2\pi A \,.\, a\left(\frac{\mathfrak{a}}{a}\right) \sin\delta$$

$$v_e = \frac{2\pi E \,.\, n}{60} \quad \text{und} \quad v_a = \frac{2\pi A \,.\, n}{60};$$

entnimmt man hieraus die Werthe für c, c_e, c_a, v_e und v_a, und setzt dieselben in die erste Gleichung ein, so liefert dieselbe nach gehöriger Ordnung:

$$Q = 2\pi E . \mathfrak{e} \sqrt{\frac{2gH \cdot \left(\frac{h}{H}\right) - n^2 \cdot \frac{\pi^2}{900}(E^2 - A^2)}{\frac{1}{\sin^2\alpha} + \frac{1}{\sin^2\delta} \cdot \frac{\mathfrak{e}^2 E^2}{\mathfrak{a}^2 A^2} - \frac{1}{\sin^2\beta}}}$$

Man ersieht aus dieser Gleichung, dass Q nicht nur vom Gefälle H, sondern auch von der Umdrehungszahl abhängig ist, und zwar so, dass bei einer äusseren Turbine, d. i. für $E > A$, die Wassermenge mit zunehmender Umfangsgeschwindigkeit des Rades abnimmt. Bei einer inneren Turbine dagegen wächst, wie die Gleichung lehrt, wegen $E < A$ der Wasserverbrauch mit dem rascheren Gange derselben. Dieser Umstand macht einen der Vorzüge aus, welche die äusseren Turbinen vor denen mit innerer Beaufschlagung haben.

Bei constanter Gefällhöhe ist der beschleunigte Gang eine Folge verminderten Arbeitswiderstandes. Mit dem Widerstande muss auch in gleichem Masse der Wasserverbrauch abnehmen, wenn der Wirkungsgrad nicht sinken soll. Dieser Anforderung leistet nun die äussere Turbine, sich gewissermassen selbst regulirend, annähernd Genüge, wogegen bei einer inneren Turbine die Wirkung eine gerade entgegengesetzte ist. ***)

*) „Theorie der Turbinen, Kreiselpumpen und Ventilatoren" von R. R. Werner. Berlin, 1869. Rudolph Gaertner. S. 5.

**) Ueber die Verengungscoefficienten $\left(\frac{\mathfrak{e}}{e}\right)$ und $\left(\frac{\mathfrak{a}}{a}\right)$ s. ebendas. S. 46.

***) Zu demselben Resultat kommt Prof. C. Fink durch seine Versuche. S. dessen „Theorie und Construction der Turbinen." Berlin, 1877. S. 57.

Zur Anwendung auf die in Rede stehende Zeidler-sche Turbine sind die Abmessungen theils gegeben, theils haben wir dieselben auf Grundlage der in Bd. XX, Tafel VI enthaltenen Zeichnung einer ähnlicher Turbine angenommen.

Es ist danach gegeben:

$E = 1{,}7$; $A = 1{,}36$; für die Versuche 1 bis 4, Tabelle I; $e = a = 0{,}29$.

Angenommen:

$$\frac{e}{\varepsilon} = \frac{7}{8} \quad \text{und} \quad \frac{a}{\alpha} = \frac{11}{12}$$

$$\alpha = 20^0\,19'; \quad \beta = 90^0; \quad \delta = 29^0\,40'.$$

Zeichnet man die Grössen Q, H und n mit den Versuchsnummern 1 bis 4, und nimmt man „die Wassermenge, welche in Rechnung kommt“, durch den Versuch 1 als richtig gemessen an, also

$$Q_1 = 1{,}2692,$$

so erhält man mit Hilfe der letzten Gleichung zunächst, $H_1 = 1{,}1$ und $n_1 = 40$ gesetzt, als Wirkungsgrad des Gefälles:

$$\left(\frac{h}{H}\right) = 0{,}83798.$$

Dieser Werth kann so lange als constant angenommen werden, als die Geschwindigkeit der Turbine nicht stärker als innerhalb der dort versuchten Grenzen variirt.

Als allgemeine Formel für den Wasserverbrauch der Versuchsturbine ergiebt sich alsdann:

$$Q = 0{,}018436\,\sqrt{5762{,}9\,.\,H - n^2} \text{ Cubikmeter.}$$

Für

	H_1	H_2	H_3	H_4
=	1,1	1,08	1,05	1,08

und für

	n_1	n_2	n_3	n_4
=	40	32,75	38,75	38

erhält man:

	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4
=	1,2692	1,3223	1,3012	1,2746
	(1,2692)	(1,2221)	(1,2455)	(1,1190)

Die beobachteten Bremsbelastungen und Umdrehungen als richtig vorausgesetzt, würde der procentale Nutzeffect sein:

	η_1	η_2	η_3	η_4
=	81,000	79,147	82,243	77,951
	(81,0)	(85,7)	(86,9)	(88,8)

gegenüber den hier eingeklammerten (R. L.)'schen Resultaten.

R. W.

Schiffsdampfkessel mit Ueberhitzer des Trajectdampfers „Bingerbrück“ der Rhein-Nahe- und Nassauischen Staatsbahn.

Von L. Finckbein, königl. Ober-Maschinenmeister.

(Hierzu Tafel XVIII.)

Die Dampfschiffe der Trajectanstalt zwischen Bingerbrück und Rüdesheim waren bisher mit Schiffsdampfkesseln älterer Construction wie sie die Fig. 1 bis 3, Taf. XVIII, zeigen, versehen, welche sehr viele Reparaturen zu ihrer Unterhaltung erforderten. Die Defecte der Kessel entstanden speciell an den geraden Seitenwänden der Feuerungen dadurch, dass sich die Zwischenräume sehr leicht mit Schlamm ausfüllten, und die Wände durch Verbrennen rissig wurden. Veränderungen der Kessel dahin, dass die Zwischenräume grösser gemacht und grössere Oeffnungen zur besseren Reinigung angebracht wurden, entsprachen immer noch nicht dem beabsichtigten Zwecke. Besonders war es das hintere Verbindungsblech, die sogenannten Stropps, welche infolge der nach verschiedenen Richtungen gebogenen Bleche fortwährend Ursache zu Reparaturen boten.

Aus diesem Grunde entschloss man sich, von der alten Kesselconstruction ganz abzuweichen und wurde in das Schiff „Bingerbrück“ ein Tubularkessel nach Fig. 4 bis 6 eingebracht.

Derselbe ist von Ewald Berninghaus in Duisburg zu 4 Atm. Ueberdruck construirt und hat eine Länge von 3500^{mm}, der äussere Mantel hat 3300^{mm}, die Feuerbuchsen 980^{mm}, die 208 Siederohre 72^{mm} inneren Durchm. und der mittelst eines 600^{mm} Durchm. haltenden Verbindungsrohres mit dem Kessel verbundene Dampfsammler bezw. Ueberhitzer hat 3800^{mm} Länge und 1000^{mm} Weite. Die Feuerbuchsen sind in ihrer ganzen Länge aus einer Platte hergestellt, deren Längsniete unter dem Rost liegen, so dass Niete direct mit der Stichflamme nicht in Berührung kommen.

Die vom Wasser berührte Heizfläche des Kessels beträgt 142^{qm}, die vom Dampf berührte $20^{qm},2$, seine Rostfläche $4^{qm},08$ und sein Röhren-Querschnitt $0^{qm},84$. Das Gewicht des Kessels mit Rauchmantel, vollständiger Feuer- und Ventilarmatur stellt sich auf $19\,738^{k}$, mit Wasser $30\,140^{k}$. Der Kessel ist mit einer 50^{mm} dicken Schicht Schlackenwolle, gehalten durch einen 25^{mm} starken Holzmantel, gegen Ausstrahlung geschützt. Er weicht von der seither üblichen Construction der Kessel für Rheindampfer im Wesentlichen dahin ab, dass derselbe grössere Verbrennungsräume besitzt, was namentlich eine rationellere Verbrennung und grössere Verdampfungsfähigkeit zur Folge hat. Statt der seither üblichen Dampfüberhitzer, welche gewöhnlich mit durchgehenden Siederöhren oder aus Röhrenbündeln hergestellt wurden, ist ein geneigt liegender Dampfraum in die abziehenden Gase gelegt. Die zuerst erwähnten Röhrenüberhitzer verrussen bald und sind von Russ sehr schwierig zu befreien, anderentheils lagern die erdigen Salze und Bestandtheile, welche bei Schiffskesseln in Gestalt von flockigem Niederschlag (Schaum) gewöhnlich in die Dampfüberhitzer eindringen, sich in denselben ab, verderben die Rohrdichtung und vereiteln infolge dessen den Zweck der Ueberhitzer. Der Ueberhitzer des neuen Kessels ist durch das Mannloch sehr leicht zu reinigen, wie durch dieses in den oberen Theil des Kessels zu gelangen ist.

Die ferner angeordneten vier Mannlöcher in der vorderen Kesselstirnwand gestatten eine Befahrung des Raumes, welcher um die Verbrennungsräume liegt, und die Reinigung desselben.

Nach einem dreimonatlichen Betriebe wurde am 30. März 1876 unter Leitung des Verfassers ein Verdampfungsversuch mit diesem Kessel angestellt. Das Speisewasser und die Kohle (Förderkohle II von Grube König bei Neunkirchen) wurden genau abgewogen. Es wurden mit 5100^{k} Kohle $44\,299^{k}$ Wasser unter einem durchschnittlichen Druck von $2\frac{1}{2}$ Atm. verdampft, mithin mit 1^{k} Kohle $8^{k},51$ Wasser.

Das Speisewasser hatte eine Durchschnittstemperatur von 20^0 C., die Temperatur der abziehenden Gase betrug 197^0 C. und die Geschwindigkeit derselben $4^{m},3$ pro Secunde.

An Stelle des vorbeschriebenen Kessels war früher in diesem Dampfer der Kofferkessel nach Fig. 1 bis 3 in Betrieb; derselbe hatte 118^{qm} Heizfläche, $3^{qm},49$ Rostfläche und $0^{qm},65$ Röhrenquerschnitt, welcher mit vollständiger Feuer- und Ventilarmatur $18\,600^{k}$, mit Wasser $24\,700^{k}$ wiegt.

Auf dem Traject-Schwester-Dampfer „Rüdesheim“ der genannten Eisenbahnen ist ein Kessel genau derselben Abmessung noch in Betrieb, und wurde mit diesem am 27. April ebenfalls unter meiner Leitung ein Verdampfungsversuch mit derselben Kohlensorte angestellt.

Dieser Versuch wurde nicht so lange fortgesetzt wie der vorbeschriebene, weil das Resultat von Stunde zu Stunde gleichmässig blieb. Es wurden verdampft unter einem Durchschnittsdruck von 2 Atm. mit 1500^{k} Kohle 8690^{k} Wasser, mithin mit 1^{k} Kohle $5^{k},7$ Wasser; die Temperatur des Speisewassers betrug dabei 22^0 C., die der abziehenden Gase 276^0 C. und deren Geschwindigkeit $1^{m},828$ pro Secunde.

Die Zusammenstellung der beiderseitigen mit grösster Genauigkeit erlangten praktischen Resultate beweist zur Evidenz die Vorzüglichkeit der neuen Kesselconstruction, und hat sich der Kessel jetzt nach sechsmonatlichem Betriebe in jeder Beziehung gut gehalten.

Saarbrücken, Juli 1876.

Technische Literatur.

Hüttenwesen.

Das Eisenhüttenwesen der Vereinigten Staaten von Nordamerika beurtheilt nach einem im Auftrage des k. k. Ackerbau-Ministeriums vorgenommenen Besuche der Centennial-Ausstellung in Philadelphia und der vorzüglicheren Eisenhütten nördlich von New-York, von P. Ritter v. Tunner, k. k. österr. Ministerialrath u. s. w. Mit 3 lithographirten Tafeln und einer näheren Erläuterung derselben von Ludwig Ritter v. Tunner, Maschineningenieur der Innerberger Hauptgewerkschaft. 163 S. Wien, 1877. Faesy & Frick. —

Das Hüttenwesen mit besonderer Berücksichtigung des Eisenhüttenwesens in den Vereinigten Staaten Amerikas. Von Franz Kupelwieser, Prof. der Hüttenkunde an der k. k. Bergakademie in Leoben u. s. w. Mit 5 Tafeln. 299 S. Wien, 1877. Faesy & Frick. —

Die Ausstellung zu Philadelphia hat Veranlassung geboten, die Industrie der Vereinigten Staaten einer genaueren Kenntnissnahme, als es bis dahin der Fall gewesen, zu unterziehen, und besonders haben die Europäer die verschiedenen Zustände jenseits des atlantischen Meeres in Beziehung zu den heimatlichen Verhältnissen untersucht. Einzelne Staaten haben sogar besondere Commissionen zu diesem Zwecke hinübergesandt, andere Staaten waren in gleichem Sinne durch Abgeordnete hervorragender industrieller Kreise und ihrer Handelsbehörden vertreten, während der Einzelne mehr oder minder seinem besonderen Geschäft und Zweck nachging.

Auch das Berg- und Hüttenwesen, besonders aber das Eisenhüttenwesen Nordamerikas fand eingehende Beachtung, und die deutsche Regierung entsandte sogar eine aus einer grösseren Anzahl von Personen zusammengesetzte Commission zur speciellen Untersuchung der gesammten dortigen Montanindustrie sowie der dabei wirksamen ökonomischen und handelspolitischen Momente.

Andere Staaten Europas handelten im selben Sinne, und ist besonders Oesterreich anzuführen, welches den Senior des deutsch-österreichischen Eisenhüttenwesens, Peter Tunner und den Prof. Kupelwieser aus Leoben entsandt hatte.

Es liegen uns von diesen Beiden, wie von verschiedenen Mitgliedern der deutschen Commission Berichte über die amerikanische Industrie, den Handel und die Communicationsverhältnisse vor, die ein reiches, wenn auch verschieden gefärbtes Bild der transatlantischen Verhältnisse geben.

Der Bericht, welchen Tunner über das amerikanische Eisenhüttenwesen erstattete, zeichnet sich, wie alle Arbeiten desselben Mannes, durch eine auf tiefer praktischer Kenntniss des eigenen Faches wie auf gleich gründlicher Vertrautheit mit den Bedürfnissen seines Vaterlandes beruhende durchaus sachliche Kritik des Gesehenen aus; damit verbindet sich eine der verschiedenen Wichtigkeit entsprechende angemessene Hervorhebung beziehungsweise leichtere Behandlung einzelner Punkte.

So bespricht er unter den Betriebsdetails vorzugsweise die directe Darstellung von Eisen aus Erzen und den Bessemerprocess nebst der damit verbundenen Erzeugung von Stahlschienen, während der Hohofenprocess, der Siemens-Martinprocess, der Eisenbahnräderguss, der Stahlfaçonguss, der Frischprocess in Herden und in Flammöfen, die Tiegelstahl-Fabrikation, die Drahterzeugung und das Kaltwalzen, ohne Eigenthümliches auszulassen, weniger ausführlich erörtert werden. Im allgemeinen Theil ist dem Schutzzoll und dem Transportwesen in ihren Einflüssen auf die Entwickelung der Eisenindustrie besondere Beachtung geschenkt worden.

Bei dem directen Erzprocess sind die Schicksale des Blair'schen Verfahrens geschildert und, gewissermassen als Vergleich, Blicke auf die neuen Wandlungen des Siemens'schen Verfahrens, wie es auf der Versuchshütte zu Towcester betrieben wird, geworfen. Tunner plaidirt für die Combination des Rotators mit einem Schmelzofen, wo der erhaltene leichtzusammengeballte Eisenschwamm noch glühend in einem Roheisenbad von beliebiger Zusammensetzung eingetränkt und gelöst werden könnte; eine solche Combination existirt unseres Wissens bereits auf französischen Stahlwerken, wenn auch ohne Anwendung des Siemens'schen Apparates. Taf. III giebt u. A. eine sehr deutliche Zeichnung der jetzigen Form des Rotators.

Bei der Besprechung des amerikanischen Bessemerprocesses, dessen durch ganz besondere Verhältnisse bedingte Entwickelung und Ausbildung so viel Aufsehen erregte und zu soviel falschen Vergleichen Veranlassung gab, vergisst Tunner ganz entschieden die Rolle, die er selbst bei der allgemeinen Einführung des Processes neben Bessemer, Mushet und Göransson gespielt — welche aus der hohen Bescheidenheit ächten Verdienstes hervorgehende Vergesslichkeit wir hier ausdrücklich hervorheben wollen umsomehr, als sich in anderen Berichten pikante Vergleiche mit geringeren Abmessungen erwähnter Tugend bieten.

Wenn nach Tunner der Meister amerikanischen Bessemerns, Alex. Holley, die grosse Erzeugung der dortigen Bessemerhütten motivirt oder als möglich geworden hinstellt durch:

a) Steigerung der Cupolofenleistung;
b) Verbesserung der Ersatz- und Auswechselungsoperationen;
c) Bequemere Disposition der arbeitenden Theile der Anlagen;
d) Umgestaltung des Giessverfahrens, Aenderung der Ingotformen u. s. w.,

so hat er dabei eins vergessen — den plötzlich eingetretenen kolossalen Mehrbedarf an Eisenbahnschienen, der rasch befriedigt sein musste und zu einer bis dahin nicht geahnten Intensität des Betriebes führte.

Die meisten dieser Fortschritte sind indess nicht speciell amerikanischer Natur, und Tunner selbst weist nach, dass eine deutsche Cupolofenconstruction, die von Krigar, längst dasselbe leistet, was die amerikanischen Oefen so sehr auszeichnen soll. Der geehrte Herr Berichterstatter hätte hinzusetzen können, dass jeder, auch der simpelste Ofen, sich unter Anwendung stärkerer Windzuführung, schwerer Coks und grosser Gichten auf das 4 bis 5 fache seiner sonstigen Production steigern lässt, wenn nur Verwendung für das geschmolzene Product da ist.

Die von anderen so sehr herausgestrichene Bodenconstruction der amerikanischen Converter bezeichnet Tunner ausdrücklich als österreichische Erfindung und giebt lediglich die von aussen zu bewirkende Dichtung des Bodenanschlusses als amerikanische Idee zu.

Die mechanischen Vorrichtungen zum Heben und Einsetzen der Converterböden sind bei uns bereits seit einer Reihe von Jahren in Betrieb, also ebenso wenig als rein amerikanische Idee zu bezeichnen. Dagegen ist die ganze Disposition der überseeischen Bessemerhütten eine wesentlich andere als die der unsrigen, welche mehr oder minder die englische Disposition der Converter u. s. w. angewandt haben. Die Vortheile dieser Anordnung, besonders der Abwesenheit einer tiefen und abgestuften Giessgrube werden vom Berichterstatter, soweit sie es verdienen, gewürdigt. Die Giessmethode, Füllung von unten, bezeichnet Tunner als ohne Einfluss auf die Betriebsintensität; auch haben mehrere Hütten die Füllung von oben her neuerdings wieder eingeführt, wahrscheinlich weil der Aufbau der gekuppelten Ingotformen mit tiefliegenden Giessrinnen Sorgfalt und Zeitaufwand verlangt. Blasenfreier werden die Güsse von untenher jedenfalls, soweit die Blasenbildung durch starke Bewegung des giessfertigen Productes begünstigt werden kann. Jedenfalls sprechen deutsche Erfahrungen (Hörde u. A.) für die Vortheile eines möglichst ruhigen Gusses, und die Wiedereinführung des Gusses von obenher für eine gewisse auch anderweit bestätigte Nonchalance der Amerikaner bezüglich der Qualität.

Die Ingotgrösse erscheint dem Berichterstatter dagegen wichtiger für die Intensität des Betriebes als die Art des Gusses; das 2 bis 4 fache Gewicht des zu einer Bahnschiene nothwendigen Stahlquantums ist allerorten in Nordamerika an die Stelle des Ingots für eine Schiene getreten. Freilich involvirt ein solches Vorgehen eine totale Veränderung der Bearbeitungs- und Vollendungsvorrichtungen und hat in Amerika zur Construction der Zängewalzwerke (blooming mills) für Stahlblöcke geführt, deren geistreiche Anordnung und Disposition von Anfang ihres Bekanntwerdens an die Aufmerksamkeit und Bewunderung der Fachmänner Europas erregten.

Tunner giebt auf den seinem Bericht beigefügten Tafeln (I und III) die letzte und vollendetste Construction dieser Art, welche Holley für die neue Bessemerhütte Vulkan bei St. Louis ausgeführt hat. Durch diese Zeichnungen werden die früher von Holley selbst dem britischen Eisen- und Stahlinstitut gegebenen Skizzen, welche unbegreiflicherweise in anderen, z. B. den Wedding'schen Berichten nochmals Platz gefunden haben, vollkommen ersetzt.

Dass auf den amerikanischen Hütten meist Siemens-Oefen zum Wärmen der Stahlblöcke benutzt werden, während namhafte Werke, z. B. Bochum, Seraing u. A. theils directe Feuerung, theils einfache Gasfeuerung mit Gegenbewegung in beiden Fällen, anwenden, ist ein Grund mehr zu der Annahme, dass die Qualitätsfrage in Amerika nicht auf gleicher Höhe gehalten zu werden braucht, wie diesseits des atlantischen Meeres.

Nach Tunner's Angaben, welche das Capitel des Bessemerprocesses schliessen, zeigen die amerikanischen Bessemerproducte neben einem Durchschnittsgehalt von 0,35 pCt. Kohlenstoff, 0,09 bis 0,12 pCt. Phosphor, 0,5 pCt. und noch mehr Silicium sowie 0,5 pCt. Mangan. Diese Zahlen bestätigen uns die bereits vor zwei Jahren von europäischen Ingenieuren nach ihrer Rückkehr von Amerika geäusserte Ansicht, dass das amerikanische Bessemerproduct mit dem europäischen nicht verglichen werden könne und kein Stahl, sondern mehr ein „metal", ein Schmelzproduct unbestimmten Charakters sei.

Die übrigen Capitel des Berichtes geben in kurzer präciser Fassung manche interessante Thatsache aus dem Bereich der Eisenfabrikation, während der Anhang verschiedene statistische Tabellen und eine ausführliche Erörterung des auf den Tafeln Dargestellten bietet.

Noch muss erwähnt werden, dass Tunner in der Betrachtung über das Zollgesetzgebungswesen der Vereinigten Staaten seine in Amerika vorgenommenen Beobachtungen und Erhebungen dahin resümirt, dass er sagt: Dieselben hätten in ihm die Ueberzeugung befestigt, dass, wenn auch nicht in der Theorie, doch jedenfalls in der Praxis das Schutzzollsystem das richtige ist, gleichwie die Kriegführung in der Theorie verwerflich ist, in der Praxis aber ihre Berechtigung hat. Jeder unbefangene Fachmann, der dem Gewerbe näher steht als die unsere Handelspolitik in verhängnissvoller Weise beeinflussenden Persönlichkeiten, wird sich mit obiger Ueberzeugung einverstanden erklären können, welche dem augenblicklichen Interesse sein Recht verschafft.

Der von Prof. F. Kupelwieser erstattete Bericht zeichnet sich wie alle Arbeiten des Verfassers durch Gründlichkeit und klare Behandlung aus. Da ein Ausstellungsbericht das nordamerikanische Hüttenwesen, wegen seiner überwiegenden Gegenwart auf der Ausstellung, zwar bevorzugen, doch nicht allein behandeln konnte, so giebt die Kupelwieser'sche Arbeit eine willkommene Ergänzung aller Specialberichte über die Hüttenindustrie der Vereinigten Staaten und bildet den einzigen abgeschlossenen Bericht über die Vertretung aller Hüttenbezirke der Welt in Philadelphia. Die beigegebenen Illustrationen beziehen sich auf einzelne Details des Betriebes und konnten, da sie gleichzeitig zu viel und zu wenig bieten, besser weggelassen werden. Die auf Taf. II befindlichen Details einer Rädergiesserei und die auf Taf. IV in grösserem Massstabe gezeichnete Converter-Wendevorrichtung von den Edgar Thomson Steel Works dürften indessen die Aufmerksamkeit der bezüglichen Fachmänner erregen.

E. F. D.

Arbeitsmaschinen.

Das Pulsometer oder die Dampf-Vacuum-Pumpe. Erfindung — Beschreibung verschiedener Constructionen — Erklärung der Wirkung, Theorie, Leistung und Nutzeffect begründet durch Versuchs-Resultate. Mit zwei lithographirten Tafeln und drei Holzschnitten im Text. In allgemein verständlicher Art bearbeitet von Carl Schaltenbrand, Ingenieur in Berlin. 56 Seiten gr. 8. (Preis 3 ℳ). Berlin, 1877. A. Seydel. —

Sowol in den Bezirksvereinen als auch in unserer Zeit- und Wochenschrift*) ist zwar dieses interessante Wasserhebewerk wiederholt besprochen worden, jedoch hat bisher eine nur einigermassen erschöpfende, auf Versuche und theoretische Begründung gestützte Behandlung des fraglichen Gegenstandes gefehlt. Eine solche eingehende Belehrung gewährt der Inhalt des oben genannten Buches, und giebt derselbe jedem Techniker die Mittel an die Hand, von Fall zu Fall selbständig zu beurtheilen, ob ein Pulsometer nicht blos überhaupt anwendbar ist, sondern auch den Vorzug vor einer anderen Pumpe verdient, und wie dasselbe zweckmässig aufzustellen und zu betreiben ist. Dem beschreibenden Theil des Inhaltes geht auf 7 Seiten eine geschichtliche Einleitung voraus, von Thomas Savery 1698 ausgehend bis zum Erfinder des Pulsometers, Hrn. Carl Hall aus New-York. Die folgenden Abschnitte enthalten dann die Beschreibung, die Wirkungsweise und Theorie, Leistung und Nutzeffect und zum Schluss eine Tabelle verschiedener Pulsometerproben.

Stellen wir nun das Pulsometer mit seinen guten und schlechten Eigenschaften anderen Wasserhebewerken gegenüber, so springt sofort der mit einer zum Wasserheben benutzten Dampfstrahlpumpe gemeinsame Vorzug der leichten Aufstellbarkeit und Raumersparniss in die Augen, wegen Fehlens jeder mechanischen Krafttransmission. Während die Dampfstrahlpumpe jedoch ohne irgend ein Organ arbeitet, sind im Pulsometer immerhin noch Ventile, wenn auch automatisch, thätig; daher auch diese der Abnutzung und dem Versagen unterworfen sind. Beide Arten von Pumpen haben aber auch den bedeutenden Dampfverbrauch gemeinsam, — 6 bis 8mal so viel wie eine gute Dampfpumpe — wie wir gleich zeigen werden.**) $22^k,_5$ stündlicher Dampfverbrauch pro Pferdestärke Nutzleistung entspricht rund gerechnet $22,_5 \cdot 640 = 14\,400^c$ pro $75 \cdot 3600 = 270\,000^{mk}$ mechanischer Kraft. Mit einem Aufwand einer Wärmeeinheit erhält man also $\frac{270\,000}{14\,400} = 18^{mk},_{75}$ Nutzleistung, das entspricht, nebenbei bemerkt, einem Wirkungsgrad von nur $\frac{18,_{75} \cdot 100}{424} = 4,_{42}$ pCt. Da nun aber fast sämmtliche Wärme des im Pulsometer verbrauchten Dampfes von dem Förderwasser aufgenommen wird, so giebt die Temperaturerhöhung des letzteren einen sicheren Massstab für den Dampfverbrauch an die Hand. Den mitgetheilten Versuchen zufolge wurde das Wasser bei 10^m Förderhöhe um 3^0 C. erwärmt. Diese scheinbar harmlose Temperaturerhöhung bedeutet aber nichts weniger als einen Wärmeaufwand von 3^c pro 10 Meterkilogramm, oder eine Nutzleistung von nur $\frac{10}{3}$ Meterkilogramm pro Wärmeeinheit, gegenüber den obigen $18^{mk},_{75}$ der Dampfpumpe.

Sobald also neben der Einfachheit der Anlage, welche die Wasserhebung durch directen Dampfdruck gewährt, auch noch auf Dampfersparung gesehen werden muss, scheint uns die im Pulsometer Dampf und Wasser trennen sollende Luft nicht ein Ersatz für den Schwimmer eines Dampfhebers zu sein. Anstatt diesen Schlechtwärmeleiter, wie ein solcher in dem in Bd. XV, S. 353 beschriebenen Dampfheber angebracht ist, weg zu lassen, sollte man lieber auch noch zu der auf Seite 337 empfohlenen Isolirung der übrigen dampfberührten Wände übergehen. Eine in Gegenwart des Frankfurter Bezirksvereines am 28. April 1876 im Palmengarten in Frankfurt a/M. von den Erbauern HHrn. Gebr. Weismüller mit directem Dampf betriebene Feuerspritze soll mit einer die Wärme schlecht leitenden Ausfütterung versehen gewesen sein.

R. W.

Verschiedenes.

Die Stellung der deutschen Techniker im staatlichen und socialen Leben. Von M. M. Freih. v. Weber. 32 S. (Preis 1 ℳ). Wien, Pest und Leipzig, 1877. A. Hartleben. —

Die schon öfter in Fachkreisen behandelte Frage, weshalb der deutsche bezw. österreichische Techniker noch nicht

---

*) Bd. XXI, S. 113 mit Tafel VII: S. 186 und S. 234 der Zeitschrift. — S. 93 und 183 d. W. von 1877.

**) Eine auf der Zeche Iduna bei Bochum zum Heben von Grubenwasser auf $29^m,_{36}$ Höhe aufgestellte Dampfstrahlpumpe ergab eine Erwärmung des Förderwassers von 10 auf 25° C. (Bd. IX, S. 236 d. Z.)

in dem gesellschaftlichen Ansehen stehe wie seine Collegen in anderen Ländern, wird von dem Verf. in höchst anziehender Darstellung erörtert. Der gerügte Missstand wird aus der historischen Entwickelung des Standes in den deutschen Ländern abgeleitet, auch die oft auftretende sachliche Engherzigkeit und der Mangel an Corpsgeist als Gründe dafür angegeben. Bis hierher können wir dem Verf. recht wohl beistimmen, weniger aber darin, dass er ein besonderes Gewicht auf die von anderen Fachkreisen verschiedene Thätigkeit des Technikers legt und daraus weiter schliessend die Studienfreiheit der technischen Hochschulen für verderblich ansieht. Den Satz „Selbst undisciplinirt, treten die absolvirten Zöglinge in das Leben über mit der Aufgabe, zu discipliniren" können wir nicht gelten lassen; nach unserer Ansicht haben die „absolvirten Zöglinge der technischen Hochschulen" zunächst zu lernen, wie die Praxis des Berufes aussieht und geübt wird; mit dem praktischen Blick übt sich dann die Fähigkeit des Disciplinirens von selbst.

Die von dem Verf. empfohlene „stramme Schul- und Studien-Disciplin" wird allein das Ansehen der Techniker nicht heben. Der deutsche Techniker ist entweder Staatsbeamter, und für diese richtet sich die gesellschaftliche nach der amtlichen Stellung; oder er ist nicht Beamter, dann wird er sich, wie jeder andere Privatmann, die Stellung erringen, die seinem Charakter und seiner gesellschaftlichen Bildung entspricht. R. Z.

Das Wiener Polytechnikum. Glossen zum organischen Statut desselben von A. B. 36 S. Wien, 1877. Faesy & Frick. —

Diese Broschüre, deren Verfasser sich zu unserem Bedauern unter dem Pseudonym A. B. oder doch zum Mindesten unter den Anfangsbuchstaben seines wahren Namens verbirgt, ist so bedeutungsvollen Inhaltes für die Weiterentwickelung der technischen Hochschulen, insbesondere den Universitäten gegenüber, dass wir nur wünschen, die kleine Schrift möchte nicht blos von den technischen Lehrern, sondern auch von recht vielen Fachgenossen, insbesondere aber von den leitenden Behörden einer eingehenden Durchsicht und Berücksichtigung gewürdigt werden.

Der Verfasser bespricht in der Einleitung, mit Hinweis auf die Geschichte der technischen Wissenschaften, den raschen Fortschritt derselben in unserer Zeit und deren noch immer nicht vollständig anerkannte Rang- und Ebenbürtigkeit mit anderen Wissenschaften, wie der Philosophie, Jurisprudenz und Medicin.

Das zopfige Gelehrtenthum, das auf die technischen Wissenschaften noch immer spöttisch herabsieht, greift dieselben am härtesten an, und dies hauptsächlich deshalb, weil deren Resultate ausschliesslich dem rein praktischen Leben, der Industrie zugewendet werden.

Der Zusammenhang der technischen Disciplinen mit der Naturwissenschaft, die höhere Mathematik und die Mechanik als Handwerkzeuge des Technikers, die er nie aus Kopf und Feder lassen darf, werden die Scheelsucht und den beschränkten Cliquengeist, womit von der „Unwissenschaftlichkeit der Technik" noch immer gesprochen wird, in der „neuesten Zeit" verdrängen. Durch Hinweis des Verfassers auf die durch Dampf getriebenen Motoren, auf die blitzesschnelle Verbreitung neuer Ideen und Wahrheiten durch die Elektricität u. s. w. wird die Stellung des Technikers und sein Einfluss auf geistigem Gebiete gekennzeichnet.

Der Einfluss gewisser Winkelschulen, die sich den Namen „Polytechnikum" beilegen, hatte nun freilich die Mitschuld, wenn man früher den Techniker für nicht mehr als einen besseren Schlosser oder tüchtigeren Maurerpolier angesehen. Das Wiener Polytechnikum ist hier vorangegangen, zum Unterschiede von diesen Schulen das Prädikat „technische Hochschule" anzunehmen und die übrigen Polytechniken des Continents sind im Begriffe diesem Vorangehen zu folgen.

Der äussere Apparat des Wiener Polytechnikums gleicht fast ganz dem der Universitäten, aber seine innere Organisation ist weit entfernt von der freien Institution derselben.

Dem Gedanken, die technischen Lehranstalten den Universitäten einzuverleiben, tritt der Verfasser entschieden entgegen, und wir stimmen hiermit vollkommen überein; der uns zugewiesene Raum gestattet die Anführung der Gründe nicht, und müssen wir daher auf die Schrift selbst verweisen.

Ein Gedeihen für die Polytechniken kann nur dann erwartet werden, wenn sie sich unabhängig von den Universitäten, aber nach deren erprobter und seit Jahrhunderten bestehender vorzüglicher Organisation fortentwickeln.

Das Wiener Polytechnikum wurde im Jahre 1813 durch den sehr verdienten Prechtler gegründet; 1864 wurde der Entwurf einer Organisation als technische Hochschule dem Ministerium vorgelegt, und 1865 auch die Gleichstellung mit den Universitäten, aber nur äusserlich erreicht.

Unter den Titeln: Zweck der Technik, Lehr- und Lernfreiheit, Studienpläne, Seminare, Annuale Prüfungen, Absolutorien, die strengen Prüfungen, Schulgeld oder Collegiengeld?, der Titel „Ingenieur", bespricht der Verfasser die Mängel der organischen Bestimmungen der Wiener technischen Hochschule; wir müssen nach gemachten Vergleichen mit dem neuesten Programm und Bericht der genannten Schule dem Verfasser aus innerster Ueberzeugung in allen seinen Ausführungen beistimmen; insbesondere neigen wir zu der Ansicht hin, dass die Doppelbesetzung gewisser Lehrkanzeln mit Nachdruck zu fordern ist.

Der Bezeichnung eines einfachen Absolutorialzeugnisses als „Diplom", wie dies unseres Wissens auch am Züricher Polytechnikum gebräuchlich ist, können wir nicht beipflichten, da man an anderen Schulen, wie beispielsweise an dem Münchener Polytechnikum unter „Diplom" ein Zeugniss versteht, das nur jenen Absolventen ausgefertigt wird, die sich in sämmtlichen Prüfungsgegenständen die „reine erste Note" erworben haben.

Durch den Mangel der Collegiengelder an der Wiener technischen Hochschule bricht das eigentliche Fundament der freien Hochschule, das Privatdocententhum gänzlich zusammen.

Der Verfasser schliesst seine Schrift mit den Worten: „Diese Schule, die die besten Namen die ihren nennt, die bei einer vollkommeneren Einrichtung die erste Europas werden könnte, entspricht nur allzu wenig den an sie zu stellenden Forderungen, und wir geben der schmerzlichen Besorgniss nur als dringenden Mahnruf Raum, dass das Wiener Polytechnikum für die Zukunft desto mehr hinter seiner bedeutungsvollen Aufgabe zurückbleiben wird, je später der Staat daran gehen wird, es von Grund aus zu reorganisiren."

Wir können dabei nur nochmals betonen, es möchte die Broschüre des Hrn. A. B. eine recht weite Verbreitung finden und auf diese Weise dazu beitragen, dass nicht nur ähnliche und andere Mängel der übrigen Polytechniken des Continents beseitigt würden, sondern dass damit auch auf die durch Director Dr. v. Bauernfeind gelegentlich der Versammlung des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine im Herbst 1876 zu München gehaltene vortreffliche Rede (vergl. „Zeitschrift des bayr. Arch.- und Ing.-Vereines" 1876, S. 25 u. ff.) bereits angebahnte Einheitlichkeit in den organischen Bestimmungen der technischen Hochschulen (von selbst verständlich nur so weit, als es deren freie Entwickelung gestattet) und die Gleichstellung der Techniker im Staatsdienste der verschiedenen deutschen Länder hingearbeitet werde. E. F.

A. W. Schade's Buchdruckerei (L. Schade) in Berlin, Stallschreiberstr. 47.

einheiten Schlacke kommen, beträgt die Menge der der Gicht entweichenden Hohofengase je nach dem Brennstoffverbrauche 7 bis über 10 Gewichtseinheiten.

Die ersten Darstellungsweisen von Eisen beruhten auf der Reaction des auf eine hohe Temperatur gebrachten festen Kohlenstoffes sowie der sich bildenden Eisenoxydulschlacke auf das Eisenerz. — Die entstehenden Gase entwichen fast ungenutzt, waren sehr heiss und hatten einen sehr geringen Gehalt an Kohlensäure; der Brennstoffverbrauch war ein hoher. Man baute dann Stücköfen, dann höhere Oefen, Hohöfen, wobei der leitende Gesichtspunkt war, sowol die fühlbare Wärme der Gase als ihre Reductionsfähigkeit auszunutzen dadurch, dass man sie mit möglichst viel Erz und Coks in Berührung brachte. Der Fassungsraum der Hohöfen wurde vermehrt, man machte sie höher und weiter. Es bedurfte vieler Erfahrungen, bis sich die Ansicht Bahn brach, dass ein bis zu einer, je nach Erz und Brennstoff zu bemessenden Grenze gesteigerter Cubikinhalt einen grösseren Gehalt der Gase an Kohlensäure, eine geringere fühlbare Wärme derselben, einen geringeren Brennstoffaufwand und eine erhöhte Production zur Folge hat. Steigerung des Fassungsraumes der Hohöfen, Erhitzung der Gebläseluft in möglichst hohem Grade, dies ist im Allgemeinen die Losung der neueren Hohofentechnik. —

Gehen wir zur Betrachtung der Gase über, deren wir eine grosse Anzahl von Analysen besitzen. Versuchen wir zunächst, die Hohofengase, wie sie der Gicht entweichen, ihrer Zusammensetzung nach zu construiren. Wir setzen einmal voraus, dass der aufgegebene Kohlenstoff unversehrt vor die Formen rückt und hier zu Kohlenoxydgas verbrennt bezw. dass in geringer Höhe über den Formen die entstandene Kohlensäure zu Kohlenoxyd reducirt wird. Der aufsteigende Strom von Kohlenoxyd und Stickstoff nimmt nach einander den Sauerstoff der Erze und die Kohlensäure des Kalksteins auf.

Bekanntlich wird heisser Kohlenstoff in Berührung mit hocherhitztem Eisenoxyd zu Kohlenoxyd verbrannt; man nennt dies die directe Reduction. Die Reduction durch Gase heisst die indirecte.

I. Auf 1 Gewichtstheil Eisen komme
1 - - Kohlenstoff
1 - - kohlensaurer Kalk.

Nehmen wir an, dass das Eisen als Eisenoxyd vorhanden ist.

A) sämmtlicher Kohlenstoff verbrennt vor den Formen zu Kohlenoxydgas.

Die Zusammensetzung der der Gicht entströmenden Gase wäre
4,45 N
1,12 C
2,082 O,

es kommen also auf 1 Th. Eisen 7,65 Th. Gas und auf
77 N
19,38 C
36,25 O,

während das Verhältniss des Kohlenstoffs zum Sauerstoff ist:

$$C : O = 1 : 1{,}87.$$

Die Berechnung der Gase mit Feststellung der Mengen von Kohlenstoff und Sauerstoff, welche auf 77 Th. Stickstoff kommen, erhöht die Uebersichtlichkeit, weil die atmosphärische Luft (in 100 Gewichtsth. 77 Gewichtsth. Stickstoff und 23 Gewichtsth. Sauerstoff enthaltend) den Gasstrom veranlasst, und man so am besten erkennt, wie viel Kohlenstoff und Sauerstoff aus der Beschickung aufgenommen ist.

B) 10 pCt. des Kohlenstoffs werden durch die Berührung mit Eisenoxyd verbrannt.

Die Gichtgase berechnen sich zu
4,01 N
1,12 C
1,949 O

oder zu
77 N
21,5 C
37,42 O.

Auf 1 Th. Eisen kommen 7,08 Th. Gas, und es verhält sich

$$C : O = 1 : 1{,}74.$$

II. Auf 1 Gewichtstheil Eisen kommen
1,5 - - Kohlenstoff
1,0 - - kohlensaurer Kalk.

C) sämmtlicher Kohlenstoff verbrennt vor den Formen zu Kohlenoxyd.

Dann ist die Zusammensetzung der Gichtgase:
6,696 N
1,620 C
2,749 O

oder
77 N
18,63 C
31,61 O;

es wird

$$C : O = 1 : 1{,}69$$

und auf 1 Th. Eisen kommen 11,07 Th. Gas.

D) 10 pCt. des Kohlenstoffs werden durch directe Reduction verzehrt.

Zusammensetzung der Gichtgase:
6,026 N
1,620 C
2,549 O

oder
77 N
20,7 C
32,57 O.

$$C : O = 1 : 1{,}57.$$

Auf 1 Th. Eisen kommen 10,2 Th. Gas.

E) 20 pCt. des Kohlenstoffs werden durch directe Reduction verbrannt.

Zusammensetzung der Gichtgase:

5,357 N
1,62 C
2,349 O

oder

77 N
23,28 C
33,76 O.

C : O = 1 : 1,45.

Auf 1 Th. Eisen kommen 9,326 Th. Gas.

Wir sehen aus diesen Berechnungen, dass je höher der Brennstoffaufwand, desto grösser die pro Gewichtseinheit Roheisen entfallende Gasmenge ist, ferner, dass, je mehr die directe Reduction Platz greift, desto höher der Gehalt der Gase an Kohlenstoff und Sauerstoff wird.

Mit einer Zunahme der directen Reduction vermindert sich endlich noch die auf 1 Theil in dem Gase enthaltenen Kohlenstoff entfallende Sauerstoffmenge.

Untersuchen wir jetzt, in welcher Weise sich die Zusammensetzung beispielsweise des Gases nach Schema C verändert

1) wenn das Eisen anstatt als Eisenoxyd als Eisenoxyduloxyd vorhanden ist.

Es bilden sich

77 N
18,63 C
31,04 O.

2) Wenn das Eisen als kohlensaures Eisenoxydul vorhanden ist.

Die Gase werden enthalten:

77,0 N
21,10 C
36,53 O.

3) Wenn auf 1 Th. Eisen 1,5 Gewichtsth. kohlensaurer Kalk kommen.

Die Gase werden enthalten:

77 N
19,3 C
33,43 O.

4) Wenn sowol Erz als Coks 10 pCt. Wasser enthalten. Nehmen wir ein Ausbringen von 40 pCt. Eisen aus den Erzen an, so kommen auf

77 N
18,63 C
31,61 O
4,59 Wasser.

5) Nehmen wir an, dass die Luft den höchsten Wassergehalt hat, also

0,6 Theile pro Cent,

so entfallen auf

77 N
18,63 C
31,61 O
0,61 Wasser.

Die Aufnahme der Verunreinigungen in das Roheisen wird keinen nennenswerthen Einfluss auf die Zusammensetzung der Gase ausüben, da ihre Quantitäten zu gering sind.

Betrachten wir jetzt zuerst die Zusammensetzung der Gase des Holzkohlen-Hohofens von Veckerhagen, welche von Bunsen untersucht wurden.

Auf 77 Gewichtsth. Stickstoff kommen:

	Höhe über der Form in Meter						
	1,65	2,52	3,38	3,81	4,25	4,68	5,11
Kohlenstoff . .	17,57	20,63	17,55	18,91	16,49	19,36	17,61
Sauerstoff . . .	26,21	30,18	25,12	26,03	21,53	31,49	31,08
Wasserstoff . .	0,41	0,80	0,36	0,55	0,71	0,65	0,71
Verhältniss des Kohlenstoffs zum Sauerstoff	1,49	1,46	1,43	1,38	1,31	1,62	1,76

Leider sind diese sieben verschiedenen Gasproben nicht zu gleicher Zeit dem Hohofen in den verschiedenen Höhen entnommen. Die Probenahme vertheilt sich auf einen Zeitraum von 21 Stunden. Man sollte denken, der Gehalt der Gase an Kohlenstoff und Sauerstoff müsste allmälig nach der Gicht hin zunehmen je nach dem Fortschreiten der Reduction und dem Austreiben der Kohlensäure aus dem Erze und dem Kalk, sowie je nach der Einwirkung des festen Kohlenstoffs auf das Eisenoxyd. Dagegen finden wir ein Ab- und Zunehmen des Kohlenstoffgehaltes und auffallender Weise ein gleichzeitiges Ab- und Zunehmen des Sauerstoffgehaltes, gerade als wenn Kohlensäure in fester Form ausgeschieden und dann wieder als wenn solche aufgenommen wäre. Es ist nicht angegeben, ob die Gase auch Rauch enthielten. War derselbe, was sich doch annehmen lässt, vorhanden, ist er der Untersuchung entgangen?

Dass die Gase, wenn sie rauchen, in dem Rauche kohlensaure Salze enthalten, ist bekannt. Eine qualitative Untersuchung eines Gasstaubes ergab sehr viel kohlensaure Salze, ferner Cyan, Cyansäure, Ferrocyan und Rhodan-Salze.

Soll nun eine Analyse eines Hohofengases Werth haben für die Erklärung des Processes, so müssen damit eine Bestimmung der Staubmenge und eine genaue Analyse des Gasstaubes verbunden sein.

Die Zunahme des Kohlenstoff- und Sauerstoffgehaltes von $1^m,65$ bis $2^m,52$ über der Form lässt sich genau durch das infolge directer Reduction entstehende Kohlenoxydgas erklären. Woher aber dann gleich darauf wieder dieselbe Abnahme? Woher ferner der auffallend niedrige Kohlenstoff- und Sauerstoffgehalt (letzterer unter der in der Luft auf 77 Stickstoff entfallenden Sauerstoffmenge) in den Gasen aus $4^m,25$ Höhe? Die Abnahme des Kohlenstoffs in der letzten Probe, während der Sauerstoff derselbe bleibt, lässt sich durch Zerlegung von Kohlenoxydgas in festen Kohlenstoff und Kohlensäure erklären.

Die Zusammensetzung der der Gicht entströmenden Gase nähert sich der durch Rechnung gefundenen Zusammensetzung nach Schema C.

Nach **Gruner** kann man den Gang eines Hohofens nach dem Verhältniss beurtheilen, in welchem Kohlensäure und Kohlenoxydgas in dem Gichtgase enthalten sind. Ich halte es der Form nach für übersichtlicher, das Verhältniss zu betrachten, in welchem Kohlenstoff und Sauerstoff zu einander stehen. Ist $CO_2 : CO = 1{,}217$, so ist nach **Gruner** die Grenze des Möglichen erreicht; ist $CO_2 : CO = 0{,}35$, so ist der Gang ein schlechter. Dies übersetzt sich in die Zahlen:

$$C : O = 1 : 1{,}91 \quad \text{und}$$
$$C : O = 1 : 1{,}57.$$

Hiernach wäre der Gang des Holzkohlen-Ofens von Veckerhagen nach **Gruner** ein mittelmässiger gewesen, da hier $C : O = 1 : 1{,}72$ ist.

Wir werden in der Folge sehen, dass unter verschiedenen Verhältnissen der Oxydationsgrad des Kohlenstoffs keinen Massstab abgiebt zur Beurtheilung des Hohofenganges selbst. Wohl ist dies bei gleichen Möllerverhältnissen der Fall, vorausgesetzt, dass die Gase rauchfrei sind. Enthalten dieselben Rauch, und wird dessen Menge und Zusammensetzung nicht mit in Betracht gezogen, so finden wir den Kohlenstoff hoch oxydirt, ohne dass deswegen der Gang des Ofens ein idealer zu nennen wäre.

Der Wasserstoffgehalt der Gase lässt sich nach **Stöckmann** auf ungezwungene Weise durch Zersetzung des in den Erzen enthaltenen Hydratwassers durch den glühenden Kohlenstoff erklären; auch mag er zu einem nicht geringen Theil aus der Holzkohle selbst herrühren.

Betrachten wir jetzt die Resultate der Analysen, welche im vergangenen Jahre von **Stöckmann** an den Gichtgasen verschiedener Oefen Rheinlands und Westfalens vorgenommen wurden. Leider sind die Analysen der verschmolzenen Erzmöller u. s. w. noch nicht veröffentlicht.

Ich habe die Analysen-Resultate schematisch zusammengestellt. Daneben ist jedesmal bemerkt, wie viel Cubikmeter Ofeninhalt pro Tonne Roheisen und Tag kommen, wie viel Tonnen Production pro Tag, wie hoch die Windtemperatur, Coksverbrauch, ferner wie die Beschaffenheit des Eisens und der Schlacke; ferner welcher berechneten Zusammensetzung von Gichtgasen sich die betreffende Analyse nähert, wie hoch das Verhältniss C : O und endlich, welches die Beschaffenheit der Gase ist.

Hohofengase nach Stöckmann.

	Ofeninhalt pro Tonne Roheisen	Production pro Tag	Windtemperatur	Coks pro 1000k Roheisen	Eisen	Beschaffenheit der Schlacke	N	O	C	H	Zusammensetzung der Gase nähert sich dem Schema:	Verhältniss des Kohlenstoffs zum Sauerstoff	Beschaffenheit der Gase
	cbm	Tonnen	Grad C.	k									
1	4,63	40	300	1430	weiss, rasch-gehend	dunkel, lang	77	36,91	22,00	0,25	B	1,68	Brennen mit schöner blauer Flamme. Rohr mit d. Gichten niedergelassen.
2	3,66	50,5	—	1200	desgl.	hell, lang	77	37,39	21,21	0,54	B	1,76	Wenig rauchend, schöne blaue Flamme.
3	4,75	38,9	240	1620	Starkeisen, bessere Qual.	basischere Schlacke, warm	77	29,13	19,31	0,13	C	1,51	Viel weisser Rauch, brennen schlecht.
4	5,33	23,2	340	1703	grau No. I	Schlacke kurz und warm	77	39,54	20,25	0,25		1,95	Viel weisser Rauch, brennen gar nicht. Probe vom Tremie abgezogen.
5	4,30	25,4	340	1650	weissstrahlig	lang, dunkel	77	34,19	20,80	0,18	D	1,64	Rauchen schwach, brennen sehr gut. Probe vom Tremie.
6	5,20	21,2	—	1660	halbirt	lang, hell	77	35,16	19,81	0,18	A	1,77	Rauchen schwach, brennen gut. Tremie.
7	4,17	26,4	—	1580	graustrahlig	kurz	77	33,64	16,92	0,13		1,99	Brennen gar nicht, Sternschnuppen. Tremie.
8	—	24,0	350	—	grau No. I	kurz und weiss	77	30,63	20,41	0,14	D	1,50	Sehr viel Gichtrauch, dicker Qualm, geschlossene Gicht.
9	—	40,0	400	—	halbirt, strahlig	lang	77	34,29	21,12	0,07	D	1,62	Brennen gut, geschlossene Gicht.
10	—	—	—	—	—	kurze weisse Schlacke	77	46,66	25,31	0,36		1,84	Sterngas, Oberfeuer, heisse Gicht.
11	—	—	—	—	—	desgl.	77	45,61	23,79	0,10		1,91	desgl.
	Durchschnitt von 1 bis 9						77	34,54	20,20	0,21			

Für die Analysen 1, 2, 3, 5, 6, 8, 9 finden wir annähernde Zusammensetzungen in den oben berechneten Schemas, wobei jedoch No. 6 auffallender Weise bei hohem Coksverbrauch dem aus niedrigem Brennstoffaufwand berechneten Schema A sich nähert. Für No. 4, 7, 10 und 11 finden wir keinen Anhaltspunkt in den Schemas. Diese Gase nähern sich der Zusammensetzung der Gase bei einem idealen Gange des Hohofens nach **Gruner**, obgleich, wie bei 10 und 11, die Gicht des Hohofens eine sehr heisse ist, und das Gas hinsichtlich der Brennbarkeit sehr schlechte Eigenschaften besitzt. Woher kommt dieser hohe Oxydationsgrad des Kohlen-

stoffs in diesen Gasen? Sie rauchen entweder stark oder zeigen die eigenthümliche Erscheinung, dass bei dem Brennen derselben einzelne Theilchen sternschnuppenartig verbrennen.

Nach Stöckmann, S. 35, nimmt der in den Gasen enthaltene Staub in Bezug auf seine Menge eine sehr geringe Stelle ein, auf 1 Cubikmeter Gas oder etwa 1300^{g} sollen nur 1^{g},9 Staub kommen, dies macht ungefähr 0,2 pCt. des Gasgewichtes.

Ist die Staubmenge in den betreffenden Gasen wirklich eine so geringe, so ist es unwahrscheinlich, dass sie irgend welchen Einfluss auf die Brennbarkeit der Gase ausübt. Bekannt ist, dass rauchige Gase beim Verbrennen sehr viel Staub in den Canälen der Heizapparate wie der Kessel absetzen. Nachstehend theile ich einige Analysen von Gasstaub mit. Derselbe ist aller Wahrscheinlichkeit nach das Resultat der Verbrennung der ursprünglich in den Gasen enthaltenen Bestandtheile.

	I	II	III	IV
Kieselsäure	44,35	24,05	38,65	24,3
Kali	28,50	17,05	24,30	nicht untersucht
Natron		9,53	5,56	
Thonerde	11,30	10,09	1,92	9,1
Kalkerde	8,40	25,95	8,97	nicht untersucht
Magnesia	2,80	2,31	2,78	
Eisenoxydul	3,20	0,91	3,38	do.
Zinkoxyd	1,00	1,30	3,80	6,70
Schwefel	nicht untersucht	1,71	nicht untersucht	5,75
Phosphorsäure	0,18	nicht untersucht		

Rest: Kohlensäure, Cyanverbindungen u. s. w.

Der Hohofen producirte in allen vier Fällen graues Roheisen.

Diesen Staub hatte das Gas in den Canälen der Heizapparate abgelagert. Die äusserst fein zertheilten Stoffe, welche aus dem Kamin entweichen, sind nicht untersucht. Wir finden einen auffallend hohen Gehalt an Alkalien und dann vorwiegend die Hauptbestandtheile der Hohofenschlacke, Kieselsäure, Thonerde, Kalkerde, Magnesia vertreten. Die Alkalien rühren vorwiegend aus der Asche des Coks her. In welcher Form sind nun diese Körper im Hohofengase selbst enthalten? Der Staub scheidet beim Aufgiessen von Salzsäure die Kieselsäure gallertartig aus; dies ist ein Beweis dafür, dass Silicium in den Gasen enthalten ist, vielleicht als Siliciumwasserstoff. Ebenso ist es für mich sehr wahrscheinlich, dass auch Calcium in dem Gase enthalten war.

Verschiedene Male habe ich bemerkt, dass das Gichtgas des Hohofens intensiv nach Ammoniak roch. Von allen diesen Bestandtheilen finden wir in den Hohofengasanalysen keinen erwähnt; es bleibt hier für die Chemie noch ein weites und interessantes Feld.

Im Allgemeinen können wir annehmen, dass die Gase von Hohöfen, die mit geringem Brennstoffaufwand arbeiten, besser brennen als die von Hohöfen mit hohem Brennstoffverbrauch. Wir hören weniger Klagen über schlechtes Brennen der Gase von grossen Hohöfen als von kleinen, weil jene mit weniger Brennstoff arbeiten. Der Theorie nach müsste es nun gerade entgegengesetzt sein, da die Gase bei höherem Brennstoffaufwand mehr Kohlenoxydgas enthalten sollen. Bei heisser Gicht sind die Gase nie rein, es müssen sich hier durch die Berührung des Brennstoffs mit dem Möller Verbindungen bilden, welche die Brennbarkeit des Gases schwächen.

Ferner zeigt sich ein auffallender Zusammenhang mit der Basicität der Schlacke, wie Stöckmann hervorhebt. Bei normalem Gange ist die Temperatur im Gestelle bei basischer Schlacke höher als bei langer Schlacke, folglich werden sich in jenem Falle mehr Bestandtheile verflüchtigen als in diesem.

Wir haben den Stickstoff als Führer für die Beurtheilung der Gase gewählt. Nun ist es erwiesen, dass in dem Rauche viel Cyanverbindungen existiren, dass also ein Theil des Stickstoffs in fester Form ausgeschieden ist, wodurch die Zusammensetzung der Gase alterirt wird.

Der in den Gasen enthaltene Kohlenwasserstoff verdankt nach Stöckmann seine Entstehung der Zersetzung des in den Erzen enthaltenen Hydratwassers durch den heissen Kohlenstoff.

Noch muss ich eine Beobachtung erwähnen, die ich häufig zu machen Gelegenheit hatte. Die Gase, welche an den Wänden des Ofens abgefangen waren, brannten meistens viel besser als die aus der Mitte des Ofens.

Man könnte gegen die ganze Berechnung der obigen Schemas einwenden, dass es ja noch gar nicht erwiesen ist, ob vor den Formen der Kohlenstoff zu Kohlenoxydgas verbrennt; doch scheint mir dieser Einwand von geringer Bedeutung. Wenn in den Gasgeneratoren bei einer Schütthöhe des Brennmaterials von etwa 1^{m} sehr wenig Kohlensäure auftritt, so lässt sich wol annehmen, dass im Hohofen, selbst wenn sich vor der Form Kohlensäure bildete, diese sehr bald in Kohlenoxyd übergeführt sein würde. Es würde sich hiernach nur die Berechnung der Temperatur vor den Formen modificiren.

Dass bei der directen Reduction durch Berührung des Erzes und des Brennstoffs Kohlenoxydgas entsteht, ist erwiesen, denn bei dem Siemens'schen directen Verfahren der Eisendarstellung bildet sich Kohlenoxydgas. —

Hat man so den Hohofengasen erhöhte Aufmerksamkeit zugewandt, so ist in neuerer Zeit der Process der Verbrennung selbst in staunenerregender Weise vervollkommnet worden. Der hauptsächliche Brennstoff, die Steinkohle, ist ein Körper, der neben geringen Quantitäten Wasserstoff und Sauerstoff den Kohlenstoff enthält. Verbrennt dieser, so wissen wir durch die Forschung von Bethke und Lürmann, dass er bei seinem Uebergang in den gasförmigen Zustand 3200^{c} absorbirt. Verbrennt Kohlenoxydgas zu Kohlensäure, so fällt diese Wärmeabsorption weg; dieselbe Menge Sauerstoff erzeugt also mehr fühlbare Wärme, wenn sie Kohlenoxydgas zu Kohlensäure, als wenn sie festen Kohlenstoff zu Kohlensäure verbrennt.

8 Sauerstoff und 3 Kohlenstoff erzeugen bei der Verbrennung zu Kohlensäure

$$3 \,.\, 8080 = 24\,240^{c}$$

8 Sauerstoff und 14 Kohlenoxyd erzeugen bei der Verbrennung zu Kohlensäure

$$14 \,.\, 2403 = 33\,642^{c}$$

Wir ersehen hieraus, dass die atmosphärische Luft mehr fühlbare Wärme erzeugt bei der Gasfeuerung als bei der Verbrennung des festen Brennstoffs.

Wenden wir uns jetzt zu dem Temperaturgrade in beiden Fällen und nehmen der Einfachheit wegen näherungsweise als specifische Wärme der Luft wie der Gase 0,239 an. Die folgenden Berechnungen machen daher keinen Anspruch auf volle Genauigkeit, sondern dienen nur zur Vergleichung der auf verschiedenem Wege erhaltenen Resultate.

Es ist nicht möglich, bei der Verbrennung des festen Brennstoffs genau so viel Luft zuzuführen, als der Entstehung von Kohlensäure entspräche. Es tritt in Wirklichkeit oft das dreifache Luftquantum zu.

I. Kohlenstoff verbrennt mit der gerade erforderlichen Luftmenge zu Kohlensäure:

Aus 1 Gewichtstheil Kohlenstoff entstehen 12,6 Gewichtstheile Kohlensäure und Stickstoff, daher berechnet sich die Temperatur zu

$$\frac{8080}{12{,}6 \,.\, 0{,}239} = 2693^{0}\ \mathrm{C.}$$

II. Es tritt die dreifache Menge der Luft zu, welche nöthig wäre, um den Kohlenstoff zu Kohlensäure zu verbrennen:

Es entsteht

$$\frac{8080}{(12{,}6 + 2 \,.\, 11{,}6) \,.\, 0{,}239} = 943^{0}\ \mathrm{C.}$$

Wir sehen, wie enorm ungünstig ein Luftüberschuss auf die resultirende Temperatur einwirkt.

Betrachten wir jetzt die Gasfeuerung. Während bei allen bis jetzt bekannten Constructionen der directen Feuerung ein gleichmässiger Luftzutritt nicht zu erreichen ist, lässt sich dies ohne Schwierigkeit bei der Gasfeuerung ermöglichen. Wir nehmen der Einfachheit wegen an, dass das Generatorengas aus Kohlenoxyd und Stickstoff bestehe.

I. Generatorgas und Luft, beide von gewöhnlicher Temperatur, verbrennen zu Kohlensäure: Die entstehende Temperatur berechnet sich zu

$$\frac{2403}{5{,}39 \,.\, 0{,}239} = 1866^{0}\ \mathrm{C.}$$

II. Generatorgas von gewöhnlicher Temperatur verbrennt mit bis 700° erhitzter Luft zu Kohlensäure: Die Temperatur ist

$$\frac{2403 + 2{,}48 \,.\, 700 \,.\, 0{,}239}{5{,}39 \,.\, 0{,}239} = 2190^{0}\ \mathrm{C.}$$

III. Generatorgas auf 700° erwärmt verbrennt mit bis 700° erwärmter Luft zu Kohlensäure: Dann entstehen

$$\frac{2403 + 5{,}39 \,.\, 700 \,.\, 0{,}239}{5{,}39 \,.\, 0{,}239} = 2566^{0}\ \mathrm{C.}$$

Hiernach erhöht eine Erhitzung des Gases die Temperatur mehr, als die Erhitzung der Luft. Die Erfahrung lehrt jedoch, dass, wenn man Gas erhitzt und die Luft kalt zuführt, die Verbrennung weniger rationell ist, als wenn man das Gas, wie es die Generatoren liefern, mit erhitzter Luft verbrennen lässt. Die Erklärung ist darin zu suchen, dass das Gas in der Nähe des Generators etwa 600° C. warm ist und deshalb mit der erhitzten Luft eine bessere Verbrennung erfährt, als wenn man das noch wärmere Gas mit kalter Luft zusammentreten lässt. In diesem Falle bedarf die kalte Luft immer einige Zeit, bis sie auf die zur Verbrennung geeignete Temperatur gebracht ist.

Es erhellt hieraus die Ueberlegenheit der Gasfeuerung, sowol was die quantitative als die qualitative Leistung betrifft. Dieselbe Menge Brennstoff erst vergast und dann vollständig verbrannt, wird einen höheren Effect liefern, als wenn sie direct vollständig verbrannt wird, wenn wir die bis jetzt bekannten Constructionen von Feuerungen betrachten. Es wird nämlich bei der Gasfeuerung sehr wenig Luft überschüssig mit durchgeschleppt, während dies bei der directen Feuerung gar nicht zu vermeiden ist. Sobald bei der gewöhnlichen Rostfeuerung neuer Brennstoff aufgegeben wird, tritt eine bedeutende Herabminderung der Temperatur ein, da ein grosser Theil der Wärme dazu verwandt wird, den neuen Brennstoff zu vergasen. Wird dann wieder der Rost frei gemacht, so tritt in dieser Zeit ein Ueberschuss von Luft zu, der noch schädlicher wirkt. Die Höhe der Brennstoffschicht auf dem Rost ist eine veränderliche, einmal ist die Feuerung ein Gasgenerator, dann wieder kühlt der Luftüberschuss über das Mass ab.

Mit der Anwendung erhitzter Gase und erhitzter Luft, also der Regenerativfeuerung, haben wir das voraussichtlich praktisch Mögliche erreicht, und wäre ein weiterer Fortschritt nur durch Erzeugung stickstofffreien Kohlenoxydgases und Sauerstoffs wahrscheinlich.

Gehen wir jetzt zur Betrachtung der Generatorgase über. Die von Stöckmann veröffentlichten Analysen sind ebenso wie die betrachteten in umstehender Tabelle auf Gewichtsprocente umgerechnet und dann auf 77 Gewichtstheile Stickstoff bezogen.

Der Gehalt an Kohlenstoff und Sauerstoff ist ein erheblich geringerer. Dies rührt daher, dass hier keine Kohlensäure ohne Mitwirkung der atmosphärischen Luft entsteht, wie im Hohofen der Fall ist. Der in der Steinkohle enthaltene Sauerstoff spielt eine zu geringe Rolle gegen den der atmosphärischen Luft, welcher nie ohne das drei und ein drittelfache Gewicht an Stickstoff auftritt.

Das Verhältniss C : O ist mit Hinweglassung der Mengen von Kohlenstoff und Sauerstoff berechnet, welche an Wasserstoff zu Kohlenwasserstoff und Wasser gebunden sind. Es ist auffallend, dass in den Generatorgasen auf 1 Theil Kohlenstoff mehr Sauerstoff kommt

Generatorgase.

Kohlensorte	N	O	C	H	O in der Verbindung mit H zu HO	C in der Form von C_2H_4	H in der Form von HO	H als C_2H_4	freier H	C : O	Die Kohle enthielt in Procent C	O	H	Gang der Generatoren
1) aus Wilhelmine Victoria	77,00	28,63	15,36	1,12	3,60	0,6	0,45	0,2	0,47	1,69	83,6	11,32	5,08	heisser Gang
2) halb Zollverein, halb Wilhelmine Victoria	77,00	25,50	15,18	1,41	2,80	1,31	0,35	0,44	0,62	1,64	—	—	—	desgl.
3) aus Zollverein	77,00	25,71	15,71	1,07	2,40	1,11	0,30	0,37	0,40	1,60	84,18	10,59	5,23	desgl.
4) halb Zollverein, halb Wilhelmine Victoria	77,00	26,23	14,93	1,17	2,56	1,17	0,32	0,39	0,46	1,71	—	—	—	kalter Gang
5)	77,00	26,75	15,16	1,26	3,28	1,31	0,41	0,44	0,41	1,70	—	—	—	desgl.
6) von Sellerbeck	77,00	28,04	16,08	1,47	3,36	1,00	0,42	0,33	0,72	1,63	90,39	4,92	4,69	

als in vielen Hohofengasen, und lässt sich eine Erklärung nur in Folgendem suchen:

Im Hohofen wird die etwa sich bildende Kohlensäure durch die hohe Brennstoffsäule vollständig zu Kohlenoxydgas reducirt, im Generator findet das nicht statt. Trotzdem sollte man vermuthen, dass der Gehalt an Kohlensäure in grösseren Grenzen sich bewegen würde. Die Generatoren, aus denen obige Gase stammen, werden wol eine ziemlich gleiche Schütthöhe des Brennmaterials gehabt haben.

Der höhere Wasserstoffgehalt der Generatorgase bietet nichts Ueberraschendes, wohl aber die Vertheilung desselben. In obigen Gasen hat sich $\frac{1}{3}$ desselben mit Kohlenstoff zu Kohlenwasserstoff, $\frac{1}{3}$ mit Sauerstoff zu Wasser verbunden, $\frac{1}{3}$ tritt ungebunden auf.

Untersuchen wir den Zusammenhang zwischen der Zusammensetzung des Gases und derjenigen der Kohle, aus der es entstand, so finden wir, dass die an Kohlenstoff reichste Kohle auch das an Kohlenstoff reichste Gas liefert. Der Gehalt an Sauerstoff influirt wenig, weil hier die zur Bildung des Gases erforderliche atmosphärische Luft ihrer Menge nach zu sehr vorwiegt.

Versuchen wir, ein Generatorgas aus der Kohle und der atmosphärischen Luft zu construiren. Die bei der Vergasung auftretenden Destillationsproducte sollen nach verschiedenen Angaben nur 1 pCt. der vergasten Kohlen betragen, können also auf die Zusammensetzung der Gase durch die Abwesenheit ihrer Bestandtheile keinen erheblichen Einfluss äussern.

1 Gewichtstheil Kohle von Wilhelmine Victoria enthält

0,836 Kohlenstoff
0,051 Wasserstoff
0,093 Sauerstoff
0,020 Stickstoff (Annahme).

Es ist bekannt, dass alle Kohlen Stickstoff enthalten; wir nehmen hier nach mehreren Analysen 2 pCt. an und ziehen denselben von der Totalsumme Sauerstoff + Stickstoff ab.

Wir nehmen an, dass der Wasserstoff zum dritten Theil Kohlenwasserstoff, zum dritten Theil Wasser bildet, zum dritten Theil frei auftritt.

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Stickstoff	
	0,035	—	0,093	—	Kohlensäure
	0,051	0,017	—	—	Kohlenwasserstoff
	—	0,017	0,136	—	Wasser
	—	0,017	—	—	Wasserstoff
	0,750	—	1,000	—	Kohlenoxyd
	—	—	—	0,02	Stickstoff
aus der atmosphär. Luft	—	—	—	3,803	
	0,836	0,051	1,229	3,823	

Hieraus berechnet sich das Gas zu

77 Stickstoff
24,75 Sauerstoff
16,84 Kohlenstoff
1,03 Wasserstoff.

Aus 1 Theil Kohle entstehen 5,94 Theile Generatorgas.

Enthält die Luft 0,6 pCt. Wasser, so kommen, wenn sich dieses zersetzt, auf

77 Stickstoff
0,07 Wasserstoff
0,53 Sauerstoff.

Enthält die Kohle 5 pCt. hygroskopisches Wasser, so kommen, wenn dieses zersetzt wird, auf

77 Stickstoff
0,11 Wasserstoff
0,89 Sauerstoff.

Nehmen wir diese beiden Möglichkeiten zugleich in Betracht, so erhalten wir

77 Stickstoff
26,17 Sauerstoff
16,84 Kohlenstoff
1,21 Wasserstoff.

Der Sauerstoffgehalt erscheint im Vergleich zu dem in obiger Analyse zu niedrig, der Kohlenstoffgehalt

R. R. Werner:

Graphische Bestimmung des Inhaltes des statischen Momentes und des Trägheitsmomentes beliebig begrenzter Flächen.

Fig. 2.

Fig. 1b.

Fig. 1a.

Fig. 5.

Fig. 4.

Fig. 3.

Königl. Hof-Lith. Hermann Veit, Burg-Str. 6. Berlin.

zu hoch. Es tritt also in Wirklichkeit etwas mehr Sauerstoff zu, als wir angenommen haben. Nehmen wir an, dass auf dieses Gasquantum 2,5 Gewichtstheile Sauerstoff mehr kommen, so kommen wir genau auf die wirkliche Zusammensetzung des Gases, denn es treten zu

77 Stickstoff noch 8,4 Stickstoff
26,17 Sauerstoff - 2,5 Sauerstoff
16,84 Kohlenstoff
1,21 Wasserstoff

oder es kommen dann auf
77 Stickstoff
28,67 Sauerstoff
15,20 Kohlenstoff
1,06 Wasserstoff.

Fassen wir die gemachten Betrachtungen über einige neueren Analysen von Hohofen- und Generatorgasen zusammen, so kommen wir zu der Ueberzeugung, dass noch viel zu thun ist, um zur nöthigen Klarheit zu kommen. Nur die Massenhaftigkeit der Untersuchungen kann hier fördern, denn die Betriebsverhältnisse sind zu mannigfaltig.

Graphische Bestimmung des Inhaltes, des statischen Momentes und des Trägheitsmomentes beliebig begrenzter Flächen.

Vom Professor **R. R. Werner.**

(Hierzu Blatt 7.)

Seit einigen Jahren eifrig bestrebt, die Anwendung der **Graphodynamik** auf die Maschinenlehre zu fördern, bin ich zu einzelnen Constructionsmethoden gelangt, welche ich für neu und mittheilungswerth halte. Dahin gehört auch die in der Ueberschrift genannte zeichnerische Darstellung von Flächeninhalten und deren Momenten, welche ich ihrer allgemeinen Anwendbarkeit wegen herausgreife.

Inhaltsbestimmung.

Denkt man sich die Fig. 1a, Blatt 7, in ihre Elemente $y\,dx$ zerlegt, so ist ihr Flächeninhalt:

$$F = \int_0^{x_b} y\,dx \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1),$$

und die Lösung der Aufgabe auf die Construction dieses Integrals hingeführt. Da im Allgemeinen die Begrenzung der Fläche als eine beliebige angenommen worden ist, derart dass y analytisch nicht als eine Function von x in die Gl. (1) eingesetzt werden kann, so muss, um die Integration zu ermöglichen, auf Grund der graphisch gegebenen Abhängigkeit von y zu x das Differential $y\,dx$ durch ein anderes, von einer dritten Grösse z abhängiges, ersetzt werden. Es sei:

$$y\,dx = z\,dz \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

oder

$$\frac{y}{z} = \frac{dz}{dx} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2a).$$

Dem zu genügen, errichte man im Endpunkt der Abscisse x, Fig. 1b, die vorläufig willkürlich angenommene Ordinate $AB = z$, trage $AC = y$ auf der X-Axe nach rechts ab und schlage aus C als Mittelpunkt das Bogenstück B. Bei der Wiederholung dieses Verfahrens mit der im beliebigen Abstand folgenden Ordinate y_1 findet eine freie Wahl von z_1 nicht mehr statt, vielmehr ist diese Grösse an die Bedingung geknüpft, dass sich die Bogenstücke B und B_1 halbwegs schneiden. Dasselbe gilt für alle bis b hin und bis a rückwärts angenommenen Ordinaten; unter b und a die Ergebnisse für z verstanden, welche $x = x_b$ bezw. $x = 0$ entsprechen.

Indem man nunmehr statt der Gl. (1) schreiben kann

$$F = \int_a^b z\,dz,$$

findet man:

$$F = \frac{b^2 - a^2}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Mit Hilfe der Strecken a und b ist es nun ein Leichtes, ein Quadrat zu zeichnen, dessen Inhalt gleich F ist.

Ein um so genaueres Resultat erhält man erstens, je mehr die Zahl und Vertheilung der Ordinaten y dem Charakter der Umgrenzung angemessen gewählt wird; zweitens je grösser $b - a$ ist. Aus Gl. (3) folgt aber:

$$a = \pm \sqrt{b^2 - 2F} \quad \text{oder auch}$$

$$b - a = b \mp \sqrt{b^2 - 2F};$$

dieser Ausdruck wird ein Maximum für $b = -\sqrt{b^2 - 2F}$; daraus folgt, dass, wenn $(b - a)$ ein Maximum werden soll, b und a verschiedene Vorzeichen haben, daher an entgegengesetzten Seiten der X-Axe liegen und absolut gleich sein müssen. Diese Bedingungen erfüllen wir dadurch, dass wir den Anfang in der Halbirungslinie mit $z = 0$ nehmen.

Eine schätzungsweise Annahme der noch nicht bekannten Halbirungslinie genügt zur Erzielung möglichster Genauigkeit vollständig. Dem entsprechend ist in Fig. 2 in A der Anfang mit $z = 0$ gemacht. Die mittleren Höhen $y_{,,}$ und $y_{,}$ der benachbarten Theile sind nach rechts bezw. nach links abgetragen, und die Bögen B_2 und B_1 nach oben bezw. nach unten geschlagen u. s. w. bis zu den Endwerthen b und a. Die Integration von $z = b$ bis $z = 0$ und von $z = 0$ bis $z = -a$ genommen ergiebt hierbei:

$$F = \frac{b^2 + a^2}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4).$$

Behufs leichterer Uebersicht ist die Fig. 1a in Fig. 2 durch Abtragen der Ordinaten y auf die X-Axe auf diese Axe reducirt. Die von dieser mit y-Curve bezeichneten Linie umschlossene Fläche hat mit dem

Original gleichen Inhalt, da deren Elemente nur gegen einander verschoben, dabei aber in ihren Werthen ungeändert geblieben sind.

Für die Inhaltsbestimmung genügt es, anstatt die Kreisbögen B, B_1 u. s. w. auszuziehen, deren Schnittpunkte nach einander mit dem Handzirkel anzustechen.

Der weitergehenden Darstellungen wegen ist eine stetige Linie, die z-Curve, durch jene Schnittpunkte zu legen.

Ein solcher Kreisbogen ist nur dann selbst ein Theil der z-Curve, wenn er von einem geraden Stück der y-Curve abgeleitet ist, das einen Winkel von 45^0 mit der X-Axe bildet und gegen C hin geneigt ist. In Fig. 5 ist beispielsweise ein solches Stück durch y' y'' dargestellt.

Den gleichen Flächeninhalt begrenzend, aber einer anderen y-Curve angehörend ist das Curvenstück $y_1\,y_2$ mit seiner z-Curve gezeichnet, um darzuthun, dass für die beiden gleichen Inhalte wol die Grenzwerthe z_1 und z_2 übereinstimmen, die z-Curven aber nicht zusammenfallen. Die Ordinate y_m, auf der Mitte von $x_1\,x_2$ errichtet, ist nun die mittlere Höhe für beide Figuren. Auch erhellt hieraus, wie man die mittlere Höhe einer Figur aus den Grenzordinaten z_1 und z_2 findet. Man braucht nur aus dem zur Sehne $z_1\,z_2$ gehörigen Mittelpunkt C mit dem unter 45^0 geneigten CM die mittlere Höhe y_m von der mittleren Ordinate abzuschneiden.

Um etwa ein Quadrat zu zeichnen, dessen Inhalt $F = \frac{b^2 + a^2}{2}$ ist, schlage man in Fig. 1b über $DE = b$ einen Halbkreis und schneide $DH = a$ ab. EH ist dann gleich der Diagonale und EH_1 gleich der Seite des Quadrates.

Soll dagegen aus der Fig. 2 das Quadrat construirt werden, so trage man GH, OH, DJ und EJ unter einem Winkel von 45^0 gegen a bezw. b an. Schneidet man noch auf $DJ = \sqrt{\frac{b^2}{2}}$ das Stück $JH_1 = GH = \sqrt{\frac{a^2}{2}}$ ab, so erhält man EH_1 gleich der Seite des gesuchten Quadrates.

Den Inhalt irgend eines zwischen zwei Ordinaten y_2 und y_1 liegenden Flächenstückes liefert die Integration $= \frac{z_2^2 \mp z_1^2}{2}$, und findet daher auf jeden Theil der Figur dasselbe Verfahren Anwendung wie auf das Ganze.

Den Inhalt der Fläche durch das Mass einer Strecke anzugeben.

In Fig. 3 sei die z-Curve aus Fig. 2 wiederholt aufgetragen, und mit der Masseinheit als Halbmesser die Kreisbögen ED_1 und EG_1 geschlagen. Macht man nun die Sehnen ED_1 und EG_1 gleich b bezw. gleich a, und fällt man die Normalen $D_1 D_2$ und $G_1 G_2$, so ist das Mass der Strecke $G_2 D_2 = F$; denn es verhält sich

$$\frac{ED_2}{ED_1} = \frac{ED_1}{2},$$

daher

$$ED_2 = \frac{\overline{ED_1}^2}{2} = \frac{b^2}{2};$$

und ebenso

$$EG_2 = \frac{a^2}{2};$$

also

$$G_2 D_2 = \frac{b^2 + a^2}{2} = F.$$

Theilung der Figur.

Es sei y_0 diejenige Ordinate, welche die Figur in zwei gleiche Theile theilt; und die zugehörige z-Ordinate $KH_1 = z_0$. Wir haben dann:

$$\frac{a^2}{2} + \frac{z_0^2}{2} = \frac{b^2}{2} - \frac{z_0^2}{2}.$$

Macht man nun die Sehne $EC_1 = z_0$ und fällt die Normale $C_1 C$, so ist

$$EC = \frac{z_0^2}{2}; \quad \text{also} \quad G_2 C = CD_2.$$

Man hat demnach nur $G_2 D_2$ zu halbiren und umgekehrt zu verfahren, um die Halbirungsordinate y_0 zu finden.

Es ist leicht ersichtlich, dass behufs einer Vieltheilung der Figur nach einem gegebenen Verhältniss die Strecke $G_2 D_2$ nach diesem Verhältniss zu theilen, und von den einzelnen Theilpunkten aus, ähnlich wie von dem Halbirungspunkt C aus, vorzugehen ist. —

Das statische Moment der Fläche auf irgend eine Axe JL, Fig. 4, bezogen ist:

$$S = \int_{x_a}^{x_b} xy\,dx \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5),$$

unter x_b und x_a die Grenzwerthe von x verstanden.

Ein Vergleich des vorstehenden Integrals mit dem früheren $F = \int_0^{x_b} y\,dx$ giebt den Ersatz der Ordinate y durch eine andere (xy) an die Hand, und es erübrigt nur, diesen Werth mit Hilfe der linearen Masseinheit durch eine Strecke darzustellen. Zu dem Behuf ist eine Normale in dem Abstande $= 1$ von der Drehaxe JL errichtet, und die Ordinate $AB = y$ auf jene Normale durch Hinüberziehen des Endpunktes B nach J_1 übertragen. Zieht man nun den Strahl JJ_1, so erhält man, da $JA = x$ ist, mit dem Durchschnittspunkte B_1 den Endpunkt der neuen Ordinate $(xy) = AB_1$. Wir bezeichnen den Ort des Punktes B_1 als (xy)-Curve.

Es verhält sich nämlich

$$\frac{x}{1} = \frac{AB_1}{y}; \quad \text{daher} \quad AB_1 = xy.$$

Das graphische Integriren der (xy)-Elemente geschieht nunmehr ganz in derselben Weise wie das der y-Elemente.

Die von den Ordinaten (xy) abgeleiteten den z analogen Ordinaten sind hier mit s und ihre Grenzwerthe mit s_b und s_a bezeichnet. Der Nullpunkt der s-Curve ist in K (zufällig in der Halbirungslinie y_0) angenommen, und es ergiebt sich:

$$S = \frac{s_b^2 + s_a^2}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6).$$

Um diesen Inhalt S der (xy)-Fläche durch eine lineare Grösse darzustellen, könnte man die in Fig. 3 für F gegebene Methode anwenden; doch ziehe ich es vor, statt dessen eine andere Herleitung in Fig. 4 zu geben. Auf die Strecke $EF = 2$ ist $ED = s_b$ und $EG = s_a$ umgeschlagen. DD_3 parallel zu FD_1 und GG_3 parallel zu FG_1 gezogen, macht, der Aehnlichkeit der betreffenden Dreiecke wegen,

$$ED_3 = \frac{s_b^2}{2} \text{ und } EG_3 = \frac{s_a^2}{2};$$

also

$$D_3 G_3 = S.$$

Den Schwerpunkt der y-Figur zu bestimmen.

Die der Drehaxe JL, Fig. 4, parallele Schwerlinie denke man sich in dem Abstand $= e$. Nehmen wir vorübergehend diese Schwerlinie als Ordinatenaxe an, so sind die Abscissen

$$\mathfrak{x} = x - e$$

und

$$S = \int_{x_a}^{x_b} xy\,dx = \int_{\mathfrak{x}_a}^{\mathfrak{x}_b} (\mathfrak{x} + e)\,y\,d\mathfrak{x}$$

zu schreiben, oder

$$S = \int_{\mathfrak{x}_a}^{\mathfrak{x}_b} \mathfrak{x}\,y\,d\mathfrak{x} + e\int_{\mathfrak{x}_a}^{\mathfrak{x}_b} y\,d\mathfrak{x}.$$

Das erstere dieser Integrale ist aber das statische Moment der Fläche bezogen auf eine Schweraxe und ist gleich Null, also

$$\int_{\mathfrak{x}_a}^{\mathfrak{x}_b} \mathfrak{x}\,y\,dx = 0,$$

und das zweite Integral ist:

$$\int_{\mathfrak{x}_a}^{\mathfrak{x}_b} y\,d\mathfrak{x} = F,$$

demnach

$$S = eF \text{ oder } e = \frac{S}{F} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7).$$

Die Fig. 4 zeigt klar, wie durch Auftragen der Strecken 1 und F von E aus u. s. w. die Strecke e gewonnen und dann als Arm des Momentes eF auf der Axe der X von J aus abgetragen und schliesslich die Schwerlinie eingezeichnet ist. Den Schwerpunkt der Fläche findet man vermittelst einer Wiederholung der ganzen Construction bezogen auf eine andere, die erstere X-Axe schneidende Axe. Der Durchschnittspunkt der zweiten Schwerlinie mit der ersteren ist alsdann der Schwerpunkt. —

Das Trägheitsmoment zu construiren.

Bezeichnet man dasselbe auf die Drehaxe JL bezogen mit T_1, dann ist

$$T_1 = \int_{x_a}^{x_b} x^2 y\,dx \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8).$$

In ähnlicher Weise wie (xy) an die Stelle von y, und s an die Stelle von z bei der vorhergehenden Construction des statischen Momentes getreten war, haben wir nunmehr noch ein drittes System von Ordinaten (x^2y) aus den (xy)-Ordinaten herzuleiten und mit diesen wie bisher die graphische Integration vorzunehmen, und zwar vermittelst der Grössen t (statt s) bezw. t_b und t_a als Grenzwerthe. Die in Fig. 4 punktirten Linien $B_1 B_2$ und $JB_{II} B_2$ lassen ohne Weiteres erkennen, dass

$$AB_{II} = x^2 y$$

ist. Wir haben dann:

$$T_1 = \frac{t_b^2 + t_a^2}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9).$$

Die Messung von T_1 durch eine Strecke

$$D_2 G_2 = T_1$$

beruht auf derselben Herleitung wie die von S durch $D_3 G_3$.

Das Trägheitsmoment auf die Schweraxe bezogen

sei $= T$; dann ist, wieder $\mathfrak{x} = x - e$ gesetzt,

$$T = \int_{\mathfrak{x}_a}^{\mathfrak{x}_b} \mathfrak{x}^2 y\,d\mathfrak{x} = \int_{x_a}^{x_b} (x-e)^2 y\,dx$$

oder

$$T = \int_{x_a}^{x_b} x^2 y\,dx - 2e\int_{x_a}^{x_b} xy\,dx + e^2\int_{x_a}^{x_b} y\,dx.$$

In dieser Summe ist:

$$\int_{x_a}^{x_b} x^2 y\,dx = T_1,$$

$$\int_{x_a}^{x_b} xy\,dx = 0$$ als statisches Moment auf die Schweraxe bezogen, und

$$\int_{x_a}^{x_b} y\,dx = F,$$

daher:

$$T = T_1 - e^2 F \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10).$$

Um e^2F durch eine Strecke darzustellen, ist zunächst eF auf JL von J aus abgetragen behufs Bildung der ähnlichen Dreiecke, deren Grundlinien 1 und e, und deren zugehörige Höhen eF und e^2F sind. Da auch $JL = T_1$ gemacht ist, so ergiebt sich der Rest $= T$.

Häufig wird diejenige Entfernung r von der Drehaxe JL gesucht, in welcher der ganze Flächeninhalt vereinigt, ein dem T_1 gleiches Trägheitsmoment ergiebt. Dieser Annahme entspricht die Gleichung $r^2 F = T_1$.

Um $r = \sqrt{T_1 \cdot \frac{1}{F}}$, d. h. also die mittlere Proportionale von T_1 und $\frac{1}{F}$ zu zeichnen, hat man vorerst $\frac{1}{F}$ zu construiren. Es ist dies in Fig. 4 so geschehen, dass $JP = F$ als Höhe des Dreieckes aufgetragen wurde, dessen Basis $= 1$ ist. Die auf die Hypotenuse errichtete Normale schneidet in L_1 die Strecke $JL_1 = \frac{1}{F}$ ab, da alsdann die Basis 1 die mittlere Proportionale von F und $\frac{1}{F}$ ist. Endlich wird mit dem auf LL_1 als Durchmesser gestellten Halbkreis bei R der verlangte Arm $= r$ abgeschnitten.

Die Länge des einfachen Pendels mit l bezeichnet, ist:

$$l = \frac{T_1}{S} = \frac{T_1}{eF}.$$

LL_2 mit der zu eF und 1 gehörigen Hypotenuse parallel gelegt, schneidet bei L_2 die Strecke $JL_2 = l$ ab. —

Die Ausmessung mit der Längeneinheit = 5 Centimeter liefert folgende Ergebnisse.

1) Aus Fig. 1b ist:

$$F = \left(\frac{5{,}79}{5}\right)^2 = 1{,}341 \text{ Quadrateinheiten}$$
$$= 33{,}524 \text{ Quadratcentimeter.*)}$$

*) Mit einem Amsler'schen Planimeter die Fläche sorgfältig gemessen ergab sich deren Inhalt:
$F = 33{,}66$ Quadratcentimeter.

2) Aus Fig. 3 ist:

$$F = \frac{6{,}71}{5} = 1{,}342 \text{ Quadrateinheiten}$$
$$= \left(\frac{6{,}71}{5}\right) \cdot 5^2 = 33{,}55 \text{ Quadratcentimeter.}$$

3) $S = \frac{7}{5} = 1{,}4$ Cubikeinheiten
$= (\frac{7}{5}) \cdot 5^3 = 175$ Cubikcentimeter.

4) $T_1 = \frac{8{,}91}{5}$ Biquadrateinheiten
$= \left(\frac{8{,}91}{5}\right) \cdot 5^4 = 1113{,}75$ Biquadratcentimeter.

5) $T = \left(\frac{1{,}65}{5}\right) \cdot 5^4 = 206{,}25$ Biquadratcentimeter.

6) $e = 1{,}04$ Längeneinheiten $= 5{,}2$ Centimeter.

7) $r = 1{,}148$ - - $= 5{,}74$ - -

8) $l = 1{,}3$ - - $= 6{,}5$ - -

Spiegelglas-Polirmaschine.

Vom Ingenieur **Karl Pfister**.

(Hierzu Tafel XX.)

Als der Verfasser im Jahre 1874 bei den Vorarbeiten für eine Turbinenanlage an der bayerisch-böhmischen Grenze Gelegenheit hatte, die vielen in dortiger Gegend bestehenden Spiegelglas-Schleif- und Polirwerke für geblasene Tafeln und deren Einrichtungen in den primitivsten Holzconstructionen näher kennen zu lernen, wurde der Gedanke an mögliche Verbesserungen in diesem Gebiete gefasst. Es schien unbegreiflich, dass die in jeden Fabrikationszweig und jedes Handwerk sich immer mehr eindrängende Maschinentechnik sich hier noch gar kein Feld eroberte, und in Jahrzehnten an oben erwähnten Einrichtungen nur wenige, das System nicht ändernde Verbesserungen gemacht wurden. Dieses Polirsystem (es sei hier nur vom Poliren die Rede) besteht, um es kurz zu erwähnen, noch in sämmtlichen dortigen Werken darin, dass durch, gewöhnlich mehrere, Wasserräder und geeignete Transmission (von den ältesten Einrichtungen, den sogenannten runden Tischen sei hier, als wenig mehr bestehend, abgesehen) im Erdgeschoss grosse Kurbelräder in Bewegung gesetzt werden, und durch die Pleuelstangen derselben die im ersten Stock befindlichen und mit den längeren Mittelbalken in das Erdgeschoss reichenden schwerfälligen hölzernen Gatter schwingende Bewegung erhalten. An diesen Gattern befinden sich in entsprechenden Entfernungen und gewöhnlich nicht mehr als sechs auf jeder Seite an schmiedeeisernen Stäben in Scharnieren und Zapfen die eigentlichen Polirplatten (Blöcke oder Pflöcke?), unter welchen die einzelnen Glastafeln mit Gyps auf Stein gekittet auf dem unter den Gattern befindlichen Tische liegen. Jede Spiegeltafel wird also einzeln von je einem Blocke bearbeitet und nur bei den kleineren Spiegelgattungen kommen bis zu drei Tafeln auf eine Steinplatte zu liegen. Die Blöcke und also auch die Polirsteine müssen natürlich so weit von einander entfernt liegen, dass, wenn an einer Kante der Tafel zu poliren begonnen wird, dieselben um beinahe ihre ganze Breite verschoben werden können, ohne mit dem nächsten Blocke in Collision zu kommen. Da nun die grösste der gangbaren Spiegelsorten etwa 1270^{mm} lang und 760^{mm} breit ist, so ist, um solche Tafeln poliren zu können, eine Blockentfernung von etwa 900^{mm} und eine Tischbreite von 2500^{mm} nöthig. Dies bedingt also für Polirtische, auf denen die grösseren Gattungen gearbeitet werden sollen, eine ungeheure Rauminanspruchnahme. Da ferner, um für den grössten Schwingungsweg (Ausschub) noch möglichst flache Schwingungsbögen zu erhalten, die Gatter vom Tische bis zum Drehpunkte nicht unter 2^m hoch sein sollten, und bei unterschlächtigem Betriebe der Wasserräder die Wellen derselben ziemlich hoch zu liegen kommen, so erhalten die Gebäude gewöhnlich eine beträchtliche Höhe. Da nun die eigentliche Arbeit, also die Kraftabgabe, im oberen Theile des Gebäudes stattfindet und wegen der hin- und hergehenden Bewegung stets von Stössen begleitet ist (besonders da meist nur Schmied und Zimmermann die ganze Einrichtung schufen), so übt dies, weil Gatter, Tische und Triebwerk am Gebälke des Gebäudes befestigt sind, sehr bald einen höchst nachtheiligen Einfluss auf letzteres aus. Dies wird Jeder sofort gefühlt haben, der nur einmal auf dem vibrirenden Boden eines solchen Polirraumes gestanden und das Jahr aus Jahr ein, Tag und Nacht ticktackmässige Stossen auch nur einige Minuten lang gehört hat. Der beste Beweis für diesen nachtheiligen Einfluss ist übrigens der Umstand, dass selbst massive derartige Gebäude gewöhnlich nach einem Zeitraum von 30 Jahren baufällig werden.

Von diesen Gesichtspunkten ausgehend, wurde eine bessere, mehr maschinelle Polireinrichtung für etwas sehr wünschenswerthes und auch leicht mögliches gehalten. Nachdem bezüglich der vorzunehmenden Proben

ein Polirwerksbesitzer für die Sache gewonnen war, wurde die Construction einer Probe-Polirmaschine nach Art derjenigen für Gussspiegel angestrebt, d. h. eben einer completen Maschine, die ohne Einwirkung auf das Gebäude am Boden befestigt ist, bei welcher die hin- und hergehende Bewegung in rotirende verwandelt, und mehrere Glastafeln zu einer grösseren Fläche vereinigt sind, welche gleichmässig fertig bearbeitet werden soll. Bei den vorgenommenen Proben zeigte sich nun aber bald, dass die Sache nicht so einfach gehe, als man sich anfänglich vorstellte, indem sich noch manches Hinderniss einer wirklich praktischen und vortheilhaften Anwendung solcher Maschinen entgegenstellte. Erst nach mehrmaligem Umconstruiren, nach vielen zeitraubenden und grosse Kosten verursachenden Proben entstand nachfolgend beschriebene patentirte Maschine.

Wie aus den Zeichnungen auf Taf. XX ersichtlich ist, besteht dieselbe aus zwei Ständern *a*, welche durch zwei Längstraversen *b* mit einander verbunden sind; an diesen befinden sich acht Führungsrollen *c*, *c*, auf denen der aus Blech, Winkel- und I-Eisen construirte Tisch *d* durch die Kurbelscheibe *e* und das Schneckengetriebe *f* eine langsam hin- und hergehende Bewegung macht. Zu dieser Tischbewegung wurde der Kurbelmechanismus deshalb gewählt, weil die beiden Längskanten des Tisches am wenigsten von den Blöcken bearbeitet würden, wenn nicht durch die Kurbelbewegung bei jedem Wendepunkte ein kleiner Stillstand des Tisches eintreten würde. Durch Lösen der kleinen Schraube und Verdrehen der Gabel *g* wird die Verbindung des Tisches mit der Maschine gelöst, um erstere behufs Auflegen und Abnehmen der Glastafeln von der Maschine entfernen zu können. Durch die beiden conischen Räderpaare *h* und die beiden Kurbelscheiben *i* wird die kreisförmige Bewegung des Rahmens *k* hervorgebracht. Dieser Rahmen besteht aus gusseisernen Armen, zwei langen und vier kurzen Stangen, an welche letzteren sich je vier Daumen *l* befinden, welche als Mitnehmer der 16 Blöcke dienen. Diese liegen also mit ihrem Eigengewichte vollständig frei auf der Glasfläche, der sie sich vollkommen anschmiegen können. Durch Aufheben an den kurzen Stangen werden die Arme *m* in verticale Lage gebracht, um die Blöcke wegnehmen zu können; ein Herabfallen wird durch die Glutscher *n*, *n* verhindert.

Die Blöcke haben 300^{mm} Durchm. und sind je $17^{k},5$ schwer mit Ausnahme der vier Eckblöcke, welche etwas grösser und schwerer sind, wodurch ein gleichmässiges Fertigwerden der Ecken und schmalen Seiten mit der übrigen Glasfläche erzielt wird. In die Blöcke sind ringsum Löcher gebohrt, die mit Holz ausgekeilt sind, um daran die Filze festnageln zu können.

Was nun das Auflegen der einzelnen Glastafeln auf den Tisch anbelangt, so war dies anfänglich eines der Haupthindernisse, indem eine Glaskante gegen die nächste auch nicht eine Spur höher oder tiefer liegen darf, wenn nicht schlecht polirte Stellen entstehen sollen. Dies wird nun durch eine Auflegevorrichtung vermieden, welche aus einer geschliffenen mit dem Tische der Maschine gleich grossen Glastafel besteht, die in einen starken Holzrahmen gefasst ist und um zwei Zapfen mittelst Zugvorrichtung umgeklappt werden kann. Die geschliffenen, nun zu polirenden Glastafeln werden in passend sortirten Grössen auf der Auflegetafel mit etwas Wasser durch Adhäsion befestigt („aufgeschoben"), so dass die ganze Auflegetafel mit geringen Zwischenräumen vollständig mit Spiegeltafeln belegt ist. Neben die Auflegetafel wird dann der Tisch von der Maschine durch passende Vorrichtungen, z. B. durch Wagen auf Gleisen, gebracht, auf demselben der Gypsbrei abgemacht und auf die ganze Tischfläche vertheilt. Hierauf wird die Auflegetafel mit den Spiegeltafeln in den Gypsbrei auf den Tisch geklappt und je nach der Qualität des Gypses so lange stehen gelassen, bis derselbe erhärtet ist. Wird nun die Auflegetafel abgehoben, so liegen sämmtliche Spiegeltafeln schön in einer Fläche in Gyps gelagert auf dem Polirtisch der Maschine. Ein Stillstand der betreffenden Maschine während dieser Operation wird durch Reservetische vermieden, so dass nach vollendeter Arbeit der Tisch einer Maschine nur weggenommen und sofort durch einen bereits aufgelegten ersetzt wird. Eine solche Auflegevorrichtung kann natürlich für mehrere Maschinen dienen, und kann die Arbeit so getheilt sein, dass die eigentlichen Polirer die aufgelegten Tische von den Auflegern empfangen und die fertigen Tische an dieselben abliefern.

Was nun die Leistungsfähigkeit einer solchen Maschine betrifft, so kann mit derselben bei 50 Umgängen pro Minute des Blockrahmens die Fläche des Tisches, also, mit Abrechnung der Zwischenräume, etwa $3^{qm},5$ Glas in einem Zeitraum von höchstens 12 Stunden auf einer Seite fertig polirt worden. Der Kraftbedarf für obige Umdrehungszahl, bei welcher die Blöcke $0^{m},785$ Geschwindigkeit pro Secunde haben, beträgt etwa 3,5 Pferdest. Nach angestellten Versuchen ist mit der Maschine eine Kraftersparniss von etwa 20 pCt. gegenüber den bisherigen Einrichtungen erzielt, und würde also in gleichem Masse eine Mehrleistung möglich sein, wenn man annimmt, dass die Leistung pro Block bei beiden Systemen die gleiche sei; doch stellt sich auch diese für die grösseren Glasgattungen für die Maschine etwas günstiger. Bei Neu-Anlagen ist bei Einrichtung mit Maschinen hauptsächlich die billigere Herstellung des Gebäudes zu beachten, indem dieselbe einstöckig und leichter erfolgen kann, da von einem Transmissionsstrange mehrere Maschinen sich betreiben lassen, und lediglich die denselben tragende Wand stärker gehalten werden muss. Ein weiterer Vortheil der Maschine ist die grössere Unabhängigkeit von den Arbeitern, indem die nothwendige Aufmerksamkeit, die bei den sogenannten Schubtischen, d. h. eben den Einrichtungen mit schwingenden Gattern das zeitweise Verrücken der einzelnen Polirsteine erfordert, wegfällt; es braucht eben der ganzen Maschine nicht viel mehr Aufmerksamkeit als bei der anderen Einrichtung jedem einzelnen Blocke geschenkt zu werden. Jedoch muss man der Maschine

nicht zumuthen, schlecht geschliffene und doucirte Gläser doch gut auszupoliren, was bei der anderen Einrichtung, wo man jede einzelne Glastafel mehr in der Hand hat, eher möglich ist; indessen wird Niemand, der nur gutes Product liefern will, dies als Nachtheil der Maschine ansehen können.

Die hauptsächlichsten Vortheile werden nun also in folgenden Punkten bestehen:

1) Kraftersparniss und dennoch Mehrleistung.

2) Raumersparniss, weil grössere Flächen in kleinerem Raume polirt werden können und kein oberes Stockwerk nothwendig ist.

3) Lohnersparniss, weil wegen der einfachen Bedienung weniger Arbeiter grössere Quantitäten polirtes Glas liefern können.

4) Gleich schnelle Herstellung des Productes ohne Unterschied der Grösse und Form der einzelnen Glastafeln. Jede Tafel kann in etwa 24 Stunden auf beiden Seiten fertig polirt werden, während bei den älteren Einrichtungen für die grösseren Tafeln gegen 60 Stunden nothwendig sind.

Ferner sei noch die Möglichkeit erwähnt, dass durch die Rundbewegung ein schönerer Glanz der polirten Gläser sich erzielen lässt als durch geradlinige Bewegung, bei welcher durch Unachtsamkeit des betreffenden Arbeiters sogar Längsstriche, sog. „Wellen“ einpolirt, und dadurch die Spiegel verschlechtert werden können.

Maschinen nach diesem System, deren alleinige Ausführung durch die Filialwerkstätte von Escher, Wyss & Co. in Ravensburg geschieht, mögen auch zum Poliren von Gussspiegeln verwendbar sein, indem je nach Bedarf beliebige Dimensions- und Stärkenverhältnisse zur Ausführung gebracht werden können.

Vermischtes.

Bemerkungen über das Verhältniss des Phosphors zu dem Eisen und Besprechung der vorgeschlagenen wie auch der angewandten Entphosphorungsmethoden.

(Im Auszuge nach den durch v. Ehrenwerth in das Deutsche übertragenen Arbeiten von Åkerman.)

Unter Bezugnahme auf die in der letzten Generalversammlung des technischen Vereines für Eisenhüttenwesen stattgehabte Mittheilung des Hrn. Siegfried Stein über eine neue und eigenthümliche Methode, den Phosphor aus den Eisenerzen, dem Roheisen, Stahl und Schmiedeeisen zu entfernen (No. 32 d. W.), erscheint es angemessen, den Fachgenossen dasjenige kurz neben einander zu stellen, was über die Beziehungen zwischen Phosphor und Eisen, theoretisch wie technisch, absolut fest steht. Es ist hierbei vorwiegend der bereits recensirten deutschen Uebertragung von Åkerman's Arbeiten über den Gegenstand gefolgt worden, wenn auch einzelne Punkte etwas anders behandelt werden konnten. Es lag anfänglich die Absicht vor, das Folgende in jener Sitzung selbst zum Vortrag zu bringen, doch war auf die reichhaltige Tagesordnung Rücksicht genommen worden, und es unterblieb die beabsichtigte Mittheilung.

Es erscheint bei neuen Vorschlägen zur Entphosphorung der Erze und des Eisens stets angezeigt, auf die bisher sicher festgestellten Beziehungen zwischen Eisen, seinen anderweitigen Nebenbestandtheilen und dem Phosphor aufmerksam zu machen und auf verschiedene Versuche hinzuweisen, welche in der Absicht totaler oder partieller Entsphosphorung gemacht worden sind.

Was zunächst die Vereinigung des Eisens mit Phosphor anbelangt, so kennt man mehrere feste Verbindungen beider Körper, von denen die Verbindung Fe_8P die stabilste zu sein scheint. Wenigstens ist durch Versuche von Freese nachgewiesen, dass phosphorreichere Verbindungen, z. B. Fe_2P_2 und Fe_6P_8, durch Behandeln mit Kohlenoxyd in der Rothglühhitze P verlieren und sich in jene zuerst erwähnte Verbindung verwandeln.

Wir können nach weiteren Versuchen Freese's annehmen, dass jene festconstituirte Verbindung sich in beliebigem Verhältniss mit reinem Eisen zusammenschmelzen lässt, und dass solche verschiedene Mischungen in den phosphorhaltigen Roheisen-, Eisen und Stahlsorten vorkommen.

Derartige Phosphoreisen-Verbindungen entstehen:
- durch Reduction von Eisenoxydulphosphat mit Kohle oder Kohlenoxyd,
- durch Reduction von Eisenoxyden, anderen phosphorsauren Salzen und Kieselsäure mittelst Kohle oder Kohlenoxyd.

Die Kieselsäure treibt die Phosphorsäure aus ihren Verbindungen aus, und es werden gleichzeitig Eisenoxyd und Phosphorsäure reducirt, so dass die Bildung von Phosphoreisen auf der Hand liegt.

Percy hat sogar phosphorreiches Eisen erhalten, indem er metallisches Eisen mit Knochenasche (Kalkphosphat und Kalkcarbonat) und Holzkohle schmolz. Es bedarf also nicht immer der Kieselsäure zur Isolirung der Phosphorsäure, indessen unterstützt ihre Gegenwart den Process. Das hierbei entstandene Phosphorcalcium bildet sich nicht, sobald Kieselsäure gegenwärtig ist, mindestens zersetzt es sich sehr rasch wieder, so dass auf die Vereinigung von Calcium und Phosphor nicht die gleichen Hoffnungen für den Hohofenprocess gegründet werden können wie für Calcium und Schwefel.

Nur bei niedrigen Schmelztemperaturen hat man Aussicht, Phosphor in die Schlacke zu treiben, z. B. bei dem Bleischmelzprocess, wo eisenhaltige Schlacken und Erze zugeschlagen, aber nicht reducirt werden dürfen. Die Phosphorsäure wird erst in höherer Temperatur, besonders aber in Gegenwart schon vorhandenen metallischen Eisens reducirt, welches eine prädisponirende Verwandtschaft auf den Phosphor der Phosphorsäure auszuüben scheint. Auch geringe Mengen von Phosphorsäure, wie sie z. B. in den Aschen der Brennstoffe auftreten, werden reducirt. Das schwedische Dannemoraeisen enthält sogar an 0,01 pCt., obwol aus phosphorsäurefreien Erzen, aber mit harter Holzkohle dargestellt.

Weiter ist zu erwähnen, dass nicht aller Phosphor der Hohofenbeschickung in das Roheisen geht; es ist constatirt (Laboratorium der Stockholmer Bergschule), dass Beschickungen von genau bekanntem Phosphorgehalt Phosphor im Roheisenkönig wie in der Schlacke (sobald sie mehr basisch als sauer war) ergaben, und dass diese beiden Phosphorgehalte zusammen weniger betrugen als der vorher ermittelte Phosphorgehalt der ganzen Beschickung. Es muss also Phosphor auch gasförmig entwichen sein. Ob aber im Hohofen, wo die gesammte Beschickung gleichzeitig nicht dieselbe Temperatur hat, eine Condensation der phosphorhaltigen Gase in dem Oberschachte oder eine Zerlegung der Gase durch den Eisenschwamm im Beginne der Reductionssphäre eintritt, ist ungewiss, doch wahrscheinlich.

Åkerman nimmt an, dass bei den Versuchen der verschwundene Phosphor als solcher verdampft sei, nicht etwa als Phosphorwasserstoff.

Zu den Entphosphorungsversuchen übergehend constatiren alle Beobachter zunächst die Löslichkeit der in den Erzen enthaltenen Phosphate in schwachen Säuren.

Stromeyer hat den braunen Hematit von Ilsede durch verdünnte Salzsäure von 3,3 Phosphor auf 0,6 pCt. heruntergebracht; Jacobi (Kladno) hat bekanntlich die gasförmige schweflige Säure in ähnlichem Sinne angewandt.

Die beiden Methoden scheinen aber noch nicht in eine für den Massenbetrieb brauchbare Form gebracht zu sein, denn auch die von leidlichen Resultaten begleiteten Arbeiten in Kladno sind eingestellt, während das Stromeyer'sche Verfahren von Hause aus mehr in das Bereich der chemischen Grossindustrie (welche über Massen billiger Salzsäure disponirt) als in das des Hohofenbetriebes fällt und keinerlei Anwendung im Grossen erfahren hat.

Als ein weiteres Mittel der partiellen Entphosphorung ist die Anwendung sehr stark basischer Beschickungen im Hohofen empfohlen worden. Aus früheren Experimenten kann man den Schluss ziehen, dass, je weniger Kieselsäure in der Schlacke ist, desto mehr Phosphorsäure aufgenommen werden kann.

Von $1^{k},_{588}$ Phosphorgehalt einer Clevelands-Hohofenbeschickung sind

$1^{k},_{441}$ in das Roheisen (100^{k})
$0^{k},_{147}$ in die Schlacke (150^{k}) geführt. (Nell.)

Der Charakter der Schlacke ist (ohne die Al_2O_3 zu berücksichtigen) der eines Singulosilicats, also von der Form:

$$\left\{\begin{matrix}Ca\\Mg\end{matrix}\right\}_2 SiO_4.$$

Basischere Schlacken lassen sich, soweit die gewöhnlichen Zuschläge in Anwendung kommen, schwer schmelzen. Wollte man die Basicität weiter treiben und die Schlackenmenge selbst steigern, so müsste zu anderen Basen, namentlich Mangan und selbst Eisen gegriffen werden.

Jede unvollkommene Reduction, jeder Rohgang mit schwarzer und brauner Schlacke, wird grössere Mengen Phosphorsäure in die Schlacke treiben. Da indess die Permanenz eines solchen Rohganges durch die sauren Zustellungsmaterialien (quarzreiche Gestellsteine u. s. w.) fast ausgeschlossen ist, könnte man nur bei der directen Eisendarstellung in Rennfeuern und in den neueren Rennöfen von der unvollkommenen Reduction Gebrauch machen. Viele Erfahrungen bei dem Siemens'schen Rotator, dem Blair-schen Process, den mit Eisenoxyden gefütterten mechanischen Puddlern weisen auf die Absorptionsfähigkeit basischer Schlacken gegenüber der Phosphorsäure hin.

Diese Absorptionsfähigkeit wirkt um so sicherer, je weiter die Temperatur des Processes von der Reductionstemperatur der Phosphorsäure entfernt ist. Die niedrigste bei geordnetem Hohofengang einzuhaltende Temperatur ist indessen schon mehr als ausreichend, das Maximum der Phosphorsäure zu reduciren und dem Roheisen viel, der Schlacke äusserst wenig von dem Phosphorgehalt der Erze zuzuführen.

Als ein weiteres Mittel, Phosphor aus dem Eisen zu entfernen, gilt nach vielen Versuchen der Flussspath.

Caron hat gezeigt, dass Schmelzproben von Eisenoxydulphosphat mit Flussspath, Kalkstein und 3 Kohle weniger Phosphor im resultirenden Eisen ergaben, als wenn das gleiche Material mit Flussspath, Kieselsäure und Kohle behandelt wird. Diese Erfahrung ist indessen für den Hohofenbetrieb ohne Werth, weil der Preis des Flussspaths zu hoch ist, um im Grossen anwendbar zu sein.

Henderson hat dagegen gepulverten Flussspath und reine Eisenerze (u. A. Titaneisensand) beim Abstechen in das Roheisen gerührt, um Phosphor und Silicium zu entfernen. Dabei soll seiner Ansicht nach Silicium als Fluorsilicium (F_4Si) und Phosphor als Phosphorsilicium ($?F_6P$) sich entfernen.

Die Bildung des letzteren muss trotz anscheinend bestätigender Analysen Riley's angezweifelt werden, da directe synthetische Versuche Percy's zeigen, dass Flussspath auf Phosphor keinen Einfluss ausübt, wenn derselbe nicht gleichzeitig Gelegenheit findet, sich zu oxydiren. Um dies nachzuweisen, wurde Phosphoreisen (Fe_8P) und Flussspath in verschiedenen Tiegeln 1 Stunde geschmolzen, ohne eine Abnahme des Phosphoreisens zu zeigen. —

Anders verlaufen die Versuche der Entphosphorung beim Frischprocess, weil derselbe der Verwandlung des Phosphors in Phosphorsäure günstig ist. Je reicher eine Frischschlacke an Eisenoxydul, besonders aber an Eisenoxyd ist, um so mehr Phosphor wird beseitigt; kieselsäurereichere Schlacken, z. B. Bessemerschlacken, sind zur Aufnahme von Phosphorsäure am wenigsten geeignet. Durch entsprechende Ausfütterungen der Puddelöfen kann man aus Roheisen von 1,5 pCt., Puddeleisen von 0,3 pCt. machen und bildet dann Schlacken von 6 bis 8 pCt. Phosphorsäure.

Ausser dem altbekannten Schafhäutl'schen Pulver, welches vorwiegend aus Braunstein und Kochsalz bestand, ist eine Reihe von Substanzen und Gemischen vorgeschlagen worden, die auf die Qualität des Puddelprocesses im Allgemeinen und auf die Entfernung des Phosphors im Besonderen einwirken sollten.

Während die Ilsederhütte ein Verfahren mit Flussspath empfiehlt, hat der verstorbene Bergrath Scheerer eine Mischung von Kochsalz und Chlorcalcium (dreimal soviel als Phosphor in der Charge sich befindet) vorgeschlagen. Später kamen Hargreaves & Heaton mit der Anwendung des Chilisalpeters (Natriumnitrat), der als Zustellungsmasse von Frischöfen angewandt oder als Zusatz behandelt werden sollte. Noch ist das Verfahren Sherman's zu erwähnen, welches zu Firminy in Frankreich ausgeführt worden sein soll und in dem Zusatz von Jodnatrium und Jodcalcium bestand.

Die Tendenz aller dieser Mittel ist immer: Oxydation und leichtflüssige Schlackenbildung mit kräftigeren Basen als das Eisen; trotzdem bleibt es sicherer, den Phosphorgehalt des Roheisens durch Eisenoxyd in Phosphorsäure zu verwandeln und an das resultirende Oxydul zu binden. Diese Art der Entphosphorung ist bis jetzt die einzig ausgeführte, und es kommt nur darauf an, durch Erfahrung den Punkt zu bestimmen, wo die Ofenschlacke am phosphorreichsten ist, um sie dann abzulassen. Je reiner die zugesetzten Oxyde (auch Schlacken und Fettlings) sind, um so stärker werden sie auf den Phosphorgehalt des Eisenbades einwirken können. Es kommt zunächst darauf an, reine Fettlings zu machen und reine Oxyde dazu zu beschaffen; neuere umfängliche Untersuchungen Bell's über Entphosphorung und verwandte Dinge haben nichts wesentlich Anderes ergeben.

E. F. D.

Eigenschaften und Unterschiedsmerkmale der verschiedenen Eisen- und Stahlsorten.

Vom Ingenieur C. Grauhan.

(Vorgetragen in der Sitzung des Bergischen Bezirksvereines vom 6. März 1877.)

(Schluss von Seite 323.)

Betrachtet man zunächst nur die vier Hauptstahlsorten: Puddelstahl, Bessemerstahl, Martinstahl und Tiegelstahl, so zeigt im Allgemeinen im Bruche der Puddelstahl das gröbste und Tiegelstahl das feinste Korn. Die beiden anderen Stahlsorten liegen in der Mitte. Es giebt aber so feinkörnigen Puddelstahl, dass er vom Bessemer- oder Tiegelstahl nicht zu unterscheiden ist; und ebenso giebt es grobkörnigen Tiegelstahl, der genau so aussieht wie Bessemerstahl. Einige charakteristische Eigenschaften entdeckt man mitunter, wenn man an die Herstellungsweise des Stahles denkt. Puddelstahlstäbe werden gewöhnlich durch Zusammenschweissen von Puddelstahlluppen hergestellt. Daher kann man bei genauer Betrachtung des frischen Bruches eines Puddelstahlstabes fast immer noch einige Schweissfugen bemerken. Dagegen wird Bessemer-, Martin- und Tiegelstahl stets in homogenen Blöcken gegossen und dann meist in einem Stück weiter verarbeitet. Die Bessemerblöcke sind nun aber sehr oft porös, enthalten Luftblasen. Werden die Blöcke weiter verarbeitet, z. B. zu Achsen ausgeschmiedet, so schlagen sich die Blasen allerdings zu, aber beim Abdrehen der Achsen kommen dieselben wieder zum Vorschein und bilden nun feine Langrisse auf der Oberfläche. Diese Langrisse kommen beim Martinstahl weniger vor als beim Bessemerstahl; beim Tiegelstahl sind dieselben überhaupt noch nicht bemerkt worden. Der Grund liegt also darin, dass Martin- und Tiegelstahl beim Giessen weniger Luftblasen eingeschlossen behalten und dickere Blöcke geben als Bessemerstahl. Hieraus folgt dann wieder, dass Martin- und Tiegelstahl sich viel besser zur Façongiesserei eignen als Bessemerstahl.

Ein weiterer in der chemischen Zusammensetzung begründeter Unterschied zwischen Martin- und Bessemerstahl besteht noch darin, dass Martinstahl gewöhnlich weniger Silicium enthält als Bessemerstahl. Im Uebrigen sind sich aber diese beiden Stahlsorten ganz gleich.

Grosse Gegenstände, wie Schienen, Achsen, Bandagen u. dgl., lassen sich aus Bessemer- oder Martinstahl genau so gut herstellen wie aus Tiegelstahl. Für kleinere Gegenstände, wie Werkzeuge u. s. w., ist natürlich immer noch der Tiegelstahl den beiden anderen Stahlsorten vorzuziehen.

Wenn es nun sehr schwierig ist, dem Stahle anzusehen, zu welcher der oben angeführten Arten er gehört, so kann man auf der anderen Seite doch die Güte des Stahles ziemlich genau bestimmen. Das einfachste und sicherste Mittel hierfür ist, den Stahl kalt zu brechen, nachdem er vorher gehärtet worden ist. Dieses vorherige Härten ist deshalb zu empfehlen, weil durch die verschiedenen Manipulationen bei der Verarbeitung des Stahles das Gefüge desselben in mannigfaltiger Weise Aenderungen erleiden kann. So zeigt z. B. sehr warm gewalzter Stahl eine andere Textur als kalt gewalzter. Diese Verschiedenheiten verschwinden wieder, wenn man den Stahl noch einmal erwärmt, zu gleichen Stäben ausschmiedet und dann in Wasser härtet. Wird dann ein auf diese Weise vierkantig ausgeschmiedetes Stahlstück nach dem Härten gebrochen, so kann man nach dem Aussehen des Bruches, d. h. je nach der Feinheit, der Farbe und dem Glanze des Kornes auf folgende Eigenschaften schliessen: 1) auf die Härtbarkeit überhaupt, 2) auf den Grad der Härte, 3) auf den Gehalt an Kohlenstoff, 4) auf den Gehalt an Silicium und Phosphor und 5) ob der Stahl verbrannt ist.

Es wurde oben schon erwähnt, dass der Stahl desto besser ist, je feiner das Korn. Hierbei muss jedoch wieder die Verwendungsweise berücksichtigt werden.

Für Werkzeuge, wie Feilen und Meissel u. s. w. liebt man allerdings einen sehr feinkörnigen harten Stahl, während z. B. für Schienen und Achsen das Korn gröber und der Stahl weicher sein muss, um plötzliche Brüche zu vermeiden.

Ist das Korn nach dem plötzlichen Abkühlen in Wasser nicht feiner geworden als es vorher war, so lässt sich der Stahl überhaupt nicht härten und gleicht in diesem Falle dem Schmiedeeisen. Je feiner das Korn, desto grösser ist die Härte und desto höher auch der Gehalt an Kohlenstoff. Geübte Stahlkenner sind im Stande, mit ziemlicher Sicherheit aus dem Bruche die Höhe des Kohlenstoffgehaltes zu bestimmen. Zeigt der Bruch grobes Korn und starken weissen Glanz, so enthält der Stahl gewöhnlich viel Silicium oder Phosphor, wodurch seine Festigkeit beeinträchtigt wird. Ist der Bruch grobkörnig mit starkem bläulichen Glanze, so ist der Stahl verbrannt und hat in diesem Falle zu wenig Kohlenstoff.

Da die Härte des Stahles mit der Menge des vorhandenen Kohlenstoffes in unmittelbarem Zusammenhange steht, so bestimmt man vielfach auch durch Analyse die Kohlenstoffmenge und schliesst hieraus auf die Härte. Professor Tunner hat nun nach dem Kohlenstoffgehalte eine sogenannte Härtescala aufgestellt in folgender Weise:

No. 1 mit 1,5 pCt. C lässt sich schmieden aber nicht schweissen.
- 2 - 1,25 - C - - - aber sehr schwer schw.
- 3 - 1,0 - C - - - und schwer schweissen.
- 4 - 0,75 - C - - - und schweissen.
- 5 - 0,50 - C leicht schmiedbar und leicht schweissbar.
- 6 - 0,25 - C entspricht dem Feinkorneisen und lässt sich kaum härten.
- 7 - 0,05 - C entspricht dem weichsten Schmiedeeisen.

Nachdem so die verschiedenen Eisen- und Stahlsorten für sich betrachtet sind, bleibt noch Einiges über Qualitätsproben anzuführen, welche man sowol mit Eisen als mit Stahl vornehmen kann. Hierzu gehören: 1) Aetzproben, 2) Festigkeitsproben, 3) chemische Analysen.

Die Aetzproben sind namentlich interessant bei Gegenständen, welche aus verschiedenen Eisen- und Stahlsorten zusammengeschweisst sind. Dieselben werden in der Weise vorgenommen, dass man das glatt geschliffene Probestück mit der polirten Fläche in ein Säurebad legt, welches aus 3 Volumtheilen concentrirter Salzsäure mit 1 Volumtheil rauchender Salpetersäure besteht. Die Säure greift die leicht löslichen Theile des Querschnittes stärker an als die schwer löslichen, infolge dessen kann man nach dem Aetzen an der geätzten Fläche deutlich die Packetirung, etwaige Schweissfugen, Schlackennester u. dgl. erkennen.

Ferner wendet man namentlich in neuester Zeit zur Bestimmung der Qualität von Eisen und Stahl vielfach Zerreissproben an. Hierbei werden beobachtet die absolute Festigkeit, die Dehnung und die Contraction oder Querschnittsverringerung. Es beträgt die absolute Festigkeit bei

Gusseisen	13k pro Quadratmillimeter
Schmiedeeisen	36 bis 40k - - -
Eisendraht	65k - - -
Stahl . . .	50 bis 80k - - -

Bei Stahl kann man behaupten, dass derjenige Stahl immer der beste ist, welcher bei einer grossen Festigkeit auch eine möglichst grosse Dehnbarkeit besitzt. So hat z. B. Spanien für Bessemerstahlschienen die Bedingungen gestellt, dass dieselben eine absolute Festigkeit von 60 bis 65k und eine Dehnung von 18 bis 22 pCt. haben sollen; dagegen zeigten beispielsweise die Bessemerstahlschienen eines rheinisch-westfälischen Werkes eine absolute Festigkeit von 57 bis 58k bei einer Dehnung von 17 bis 18 pCt.

Die letzte und sicherste Probe zur Ermittelung der Qualität von Eisen und Stahl ist die chemische Analyse, und mögen daher hier zum Schluss noch einige Analysen folgen.

1. Westfälisches Bessemereisen.

Eisen	86,912 pCt.
Kohlenstoff	3,2 -
Silicium	3,14 -
Mangan	6,18 -
Phosphor	0,12 -
Schwefel	0,07 -
Kupfer	0,33 -

2. Weisses Roheisen von Wales.

Eisen	94,4 pCt.
Kohlenstoff	2,4 -
Silicium	0,8 -
Schwefel	0,7 -
Phosphor	1,5 -
Mangan	0,2 -

3. Spiegeleisen von Müsen.

Eisen	82,860 pCt.
Kohlenstoff	4,323 -
Silicium	0,997 -
Mangan	10,707 -
Phosphor	0,059 -
Schwefel	0,014 -
Kupfer	0,066 -

4. Bessemerstahlschiene eines westfälischen Werkes, beim Abladen gebrochen.

Kohlenstoff	0,37 pCt.
Mangan	0,65 -
Silicium	0,223 -
Schwefel	0,04 -
Phosphor	0,084 -

5. Gussstahlachse eines westfälischen Werkes.

Kohlenstoff	0,221 pCt.
Silicium	0,061 -
Phosphor	0,052 -
Schwefel	0,072 -
Mangan	0,246 -
Kupfer	0,072 -

6. Tiegelstahlbandage eines westfälischen Werkes.

Absolute Festigkeit . . .	71 bis 74k
Dehnung	15 bis 20 pCt.
Contraction	25 bis 41 pCt.

Analyse.

Kohlenstoff	0,58 pCt.
Schwefel	0,038 -
Silicium	0,101 -
Phosphor	0,0407 -
Mangan	0,668 -

Kesselexplosion in der Papierfabrik von H. Höborn in Hemer bei Iserlohn.

Von L. Vogt.

(Vorgetragen in der Versammlung des Bergischen Bezirksvereines vom 10. April 1877.)

Am 2. December 1876, Abends $10\frac{1}{2}$ Uhr, explodirte in der Höborn'schen Papierfabrik zu Hemer ein Cornwallkessel. So bedeutend die Verheerungen dieser Katastrophe waren, ist doch kein Menschenleben zu beklagen, was um so wunderbarer ist, als im Augenblicke der Explosion etwa 20 Arbeiter in unmittelbarer Nähe des Kesselhauses beschäftigt waren.

Der explodirte Kessel war im Jahre 1866 von der Firma H. Moll in Witten gebaut und zu 5 Atm. concessionirt worden. Es betrug die Länge des Kessels $7^m{,}23$ bei $1^m{,}88$ Durchm. des Hauptkessels und $0^m{,}94$ des Flammrohres, die Blechstärke im Hauptkesselmantel 16^{mm}, im Flammrohre 11^{mm} und in den Kopfplatten 16 bis 17^{mm} bei einer Nietstärke von 20 bis 22^{mm}, Entfernung der Niete von Mitte zu Mitte 65 bis 70^{mm} und vom Blechrande 35 bis 40^{mm}.

Das Flammrohr war zwischen dem ersten und zweiten Schuss durch Umbördelung und zwischengelegten Blechring, sonst durch einfache Nietung verbunden, die Einmauerung so angeordnet, dass die Heizgase nach Verlassen des Flammrohres zunächst den unteren Theil des Kesselmantels, dann den ganzen oberen Theil einschl. des Dampfraumes bestrichen. Die gesetzlich vorgeschriebenen Sicherheitsvorrichtungen sollen sämmtlich vorhanden und in Ordnung gewesen sein; sie waren bei der am 10. December vorgenommenen Besichtigung der Stelle nicht aufzufinden. Zur Speisung dienten eine Maschinen-Speisepumpe und eine Handpumpe, welche letztere auch durch Wasserkraft betrieben werden konnte, und zum Messen des Dampfdruckes ein Federmanometer. Das Sicherheitsventil war indirect belastet.

Der Kessel wurde durch die Explosion in vier Theile zerlegt: in die hintere Kopfplatte, die drei hintersten Ringe des Flammrohres, den mittleren Ring desselben und in den Hauptkessel mit vorderer Kopfplatte und daran sitzenden ersten drei Ringen des Flammrohres.

Von diesen waren die beiden ersten in der Längsaxe des Kessels nach hinten gegen ein dem Schornstein gegenüber liegendes Wohnhaus geschleudert worden, der letzte nach vorn durch das Maschinenhaus, der eine Schuss des Flammrohres endlich hatte seine Lage im Raume nicht wesentlich verändert. Kessel und Maschinenhaus waren total zertrümmert, Kolben-, Excentrik- und Pumpenstangen der liegenden Maschine vollständig im rechten Winkel gebogen, so dass die Schwungradwelle parallel der Cylinderaxe lag, die Dächer der neben liegenden Häuser fast gänzlich abgedeckt, Fensterrahmen vollständig ausgehoben, die neben liegenden Siederkessel gänzlich entmauert, und etwa 20^0 auf die Seite geworfen, sowie der Oberkessel des zunächst liegenden gegen 10^0 aus der parallelen Lage zum Unterkessel verdreht.

Kurz vor der Katastrophe hatte der Heizer das Speiseventil des Kessels geschlossen und war auf dem Wege nach dem in der Nähe des Kesselhauses belegenen Teiche, um dessen Wasserstand zu messen, als ein Regen von Ziegelsteinen und Balkenstücken ihm auf dem Fusse folgte, ohne jedoch ihn zu verletzen.

Was die Ursache der Explosion anbetrifft, so dürfte Wassermangel als ausgeschlossen zu betrachten sein, da namentlich das Wasserstandsglas wie immer, so auch an jenem Tage mehrmals probirt worden ist und stets genügend Wasser gezeigt hat; ferner auch eben erst ein Aufspeisen des Kessels stattgefunden hatte. Weit massgebender als alle diese Punkte ist indessen der Umstand, dass die beiden ersten Ringe des Flammrohres, welche direct über dem Rost lagen, unversehrt geblieben sind, während die übrigen ganz platt gedrückt wurden.

Zu hoher Dampfdruck kann ebenfalls nicht als Ursache angenommen werden, da nachweislich das Sicherheitsventil am Nachmittag abgeblasen hat. Verrostungen, alte Risse u. s. w. waren nicht zu entdecken, Stein nur in ganz geringer Stärke vorhanden, Arbeit und Material befriedigend, nur die hintere Kopfplatte zeigte in ihrer Bördelung einige ungeschweisste Stellen, und es hatten auch die Bördelungen des Flammrohres an seinen beiden Enden sowie die der zweiten Platte kurz nach der ersten Inbetriebsetzung des Kessels in ihren oberen Hälften durch Winkelringe ersetzt werden müssen.

Es dürfte demnach die Ursache der Explosion nur in der Construction des Kessels zu suchen sein, die ausser der fehlerhaften Anordnung des Dampfdomes über der Feuerplatte zwei Hauptmängel aufwies: schlechte Verankerung und zu geringe Blechstärke des Flammrohres und der Kopfplatten. Die Verankerung war hergestellt durch Blechstreifen von 190 und 12^{mm} Stärke, die vermittelst doppelter Winkel an den Kopfplatten und der oberen Wandung des Kessels angenietet waren. Jede Kopfplatte hatte zwei solcher Anker, von denen die vorderen bis zum zweiten, die hinteren nur bis zum letzten Ringe des Kesselmantels reichten. Das Flammrohr hätte bei seinem Durchmesser von $0^m{,}94$ eine Blechstärke von 13^{mm} statt 11^{mm} haben müssen, zumal keine Verstärkungsringe angewandt waren, die Kopfplatten 20^{mm} statt 16 bis 17^{mm} stark genommen werden müssen.

Es fragt sich nun, ob zuerst die Kopfplatte ausgerissen, und dann das Feuerrohr platt gedrückt und aus einander gerissen wurde oder umgekehrt. Meiner Meinung nach fand der Anfang der Zerstörung am Flammrohr statt. Wenn auch die Kopfplatte an und für sich schwach und nicht kräftig verankert war, so diente doch das Feuerrohr, wenn unversehrt, bei seinem grossen Durchmesser so bedeutend zur Verstärkung desselben, dass ein vollständiges Abreissen der Platte kaum möglich sein dürfte, ferner erklärt es dann sich schwer, weshalb die drei hintersten Ringe des Flammrohres nicht nur plattgedrückt, sondern auch vollständig abgerissen und in derselben Richtung mit der Kopfplatte geflogen sind, ebenso der vierte Ring von den übrigen gänzlich losgetrennt wurde. Nimmt man dagegen an, dass das Rauchrohr durch allmälig eingetretene Veränderung seines kreisrunden Querschnittes eingedrückt, dadurch in seinen Rundnähten bedeutend geschwächt, zum Theil vielleicht schon aufgerissen, plötzlich durchgedrückt wurde, wodurch die schwache Kopfplatte ihre hauptsächliche Verankerung verlor, so ist ein gänzliches Abreissen der letzteren, sowie der einzelnen Theile des Flammrohres wol einfacher zu erklären. Auch die Richtung, in welcher die drei hintersten Ringe des Rohres mit der Kopfplatte geflogen sind, wird erklärlich, wenn man annimmt, dass das Stück Flammrohr in dem Augenblicke des Abreissens der Kopfplatte an dieser noch fester sass als an dem übrigen Theile des Rohres, dessen Einbauchung an Tiefe von vorn nach hinten abnimmt, dessen vordere Rundnähte also auch mehr gelitten als die Bördelung bezw. die Winkeleisenverbindung an der hinteren Kopfplatte. —

(Zu gleichen Ergebnissen über die Ursache der Explosion kommt Hr. Meydenbauer, welcher über dieselbe am 11. Januar d. J. vor dem Bezirksverein an der Lenne berichtete. Er hält gleichfalls die Blechstärken und Verankerungen für ungenügend und vermuthet, dass in den Blechen des Feuerrohres Structurveränderungen stattgefunden hätten, welche das anfänglich gute Material nach zehnjährigem Betriebe dem Dampfdruck nachgeben liessen. D. Red.)

Ueber den Effect des Pulsometers.

Bezüglich der Bestimmung des Effectes der Pulsometer finde ich in dem Aufsatze des Hrn. Haber in Heft 5 der Vereinszeitschrift die Bemerkung:

„Die Beobachtung der Temperatur des Steigwassers scheint mir in Verbindung mit dem Messen des angesaugten Wassers das einfachste Mittel zu sein .... den Effect der Pulsometer zu berechnen."

Hierzu möchte ich bemerken:

Wenn es sich nur um die Bestimmung des ökonomischen Effectes handelt, ist die oft mit Unbequemlichkeiten und Ungenauigkeiten verknüpfte Messung des gehobenen Wassers gar nicht nothwendig; die Temperaturmessung allein genügt.

Der Beweis ist leicht zu führen. Es bezeichne:

t die Temperaturzunahme in Graden C.,

T die Temperatur des Steigwassers in Graden C.,

Q das Gewicht des pro Secunde gehobenen Wasserquantums in Kilogramm,
q das Gewicht des pro Secunde verwendeten reinen gesättigten Dampfes,
h die Förderhöhe in Meter,
W das Gewicht des pro Stunde und Pferdestärke gebrauchten Dampfes (welches ermittelt werden soll);

dann ist:

$$q = Q \cdot \frac{t}{650 - T}.$$

Die zum Heben des Wassers geleistete Arbeit in Pferdestärken ist:

$$A = \frac{Q \, . \, h}{75}.$$

Demnach ist:

$$W = \frac{3600 \, . \, q}{A} = \frac{270000}{(650 - T)} \cdot \frac{t}{h},$$

ein Ausdruck, in welchem Q nicht mehr vorkommt. Unter mittleren Verhältnissen, wenn es sich um das Heben gewöhnlichen Brunnen- oder Flusswassers handelt, kann man für $650 - T$ einen Näherungswerth setzen und schreiben:

$$W = 430 \cdot \frac{t}{h} \, {}^{*)}$$

Hiernach kann jeder Besitzer eines Pulsometers mit grösster Leichtigkeit untersuchen, ob derselbe ein Dampffresser ist oder nicht; denn bei einer gut construirten und richtig betriebenen Dampfpumpe ohne Condensation und mit geringer Expansion ist W nicht grösser als 45 bis 50^k; bei grösseren Maschinen mit Expansion ist W nur $= 15^k$. Bei einer Höhe h von 10^m darf daher die Temperaturerhöhung nicht mehr betragen als $t = \frac{45 \, . \, 10}{430}$ = reichlich 1° C., sonst arbeitet das Pulsometer schlechter als eine gewöhnliche gute Dampfpumpe.**) Von Vergleichen mit grösseren ökonomisch arbeitenden Maschinen kann wol von vornherein abgesehen werden. Die Genauigkeit der Formel für W geht aus nachstehender kleinen Tabelle hervor; die dritte Reihe ((W)) ist der vortrefflichen Abhandlung Schaltenbrand's im Märzheft d. Z. entnommen.

$t =$	2,89	3,29	3,30	2,90
$h =$	10,18	6,00	7,50	7,00
(W)	121	230	194	185
W	122	235	189	178

Die Angaben in Heft 5 enthalten nun leider kein sehr brauchbares Material zur Beurtheilung des Effectes, denn einestheils fehlen die meisten Temperaturbeobachtungen, anderentheils ist wol jedenfalls die Messung des Speisewasserverbrauches mit Ungenauigkeiten verknüpft, welche, wie Hr. Haber dies selbst hervorhebt, theilweise Unmöglichkeiten einschliessen. Soweit die Temperaturbeobachtungen angegeben sind, berechnet sich übrigens:

bei Versuch 1) . . . $W = 86^k$
- - 7) . . . . - $= 112^k$
- - 8) . . . . - $= 294^k$

und da sich bei gewöhnlichen Kesseln und mittleren Kohlen schwerlich mehr als 6^k reinen gesättigten Dampfes aus 1^k Kohlen ergeben, der Kohlenverbrauch pro Stunde und Pferdest. zu bezw. 14^k,3, 18^k,6 und 49^k,0.

Der Kohlenverbrauch pro Stunde und Pferdest. ist hiernach bei Versuch 7 wol zu ungünstig für das Pulsometer ermittelt, dagegen dürfte er sich bei Versuch 2, wie Hr. Haber dies ja auch hervorhebt, erheblich höher stellen als 9^k,4. Im Uebrigen hat das Pulsometer 2 bis 6mal Dampf consumirt, als gute Dampfpumpen zu thun pfl

Meiner Ansicht nach wird das Pulsometer, für grö Leistungen angewendet, mit den neueren Dampfmasc ebensowenig concurriren können, wie s. Z. die alte Sav sche Maschine mit der Newcomen'schen. —

Görlitz, Juni 1877. W. I

*) Die Ableitung dieser Formel habe ich zuerst im vergangenen Herbste im hiesigen technischen Verein vorgetragen.

**) Ich mache hier auf die Angabe Schaltenbrand's auf S. 128, Heft 3 d. Z. aufmerksam, welche, allerdings ohne bestimmte Angabe der Förderhöhe, dasselbe besagt.

Technische Literatur.

Hüttenwesen.

Die Hüttenwesens-Maschinen von J. Ritter v. H Professor. Zweite vermehrte und grösstentheils umgeart Auflage. Mit einem Atlas von 47 Tafeln. 613 S. Le 1876. Arthur Felix. —

Mit der Herausgabe einer zweiten Auflage seines dienstvollen Buches über die Maschinen des Hüttenw erweist der Verfasser der technischen Welt einen g Dienst. Der Stoff hatte sich durch die Anregunge letzten Jahrzehnts sehr vermehrt; es war eine Reihe Apparate und Combinationen aufgetreten, die eine kr und einheitliche Bearbeitung verlangten, und die W stellungen von Wien und Philadelphia hatten zur Publ des reichen Materials wesentlich beigetragen. Sämn Classen der Hüttenmaschinen, Gebläse, Aufzüge, He richtungen, Hämmer und Walzwerke zählten in ihren I neue und bedeutend verbesserte Constructionen, neue fahrungen waren gemacht worden und mit vielen ver Apparaten hatte man definitiv gebrochen.

Diese Wandlung der Dinge hat auch auf das un liegende Werk einen unverkennbaren Einfluss ausgeübt, auch die Anordnung und die theoretischen Grundlagen sentlich die gleichen geblieben sind. Es sind die ne Gebläse, die pneumatischen Aufzüge, die amerikanis Triowalzwerke hinzugetreten und haben eine gründliche stellung und Kritik gefunden. Wenn wir bedauern, dass Verfasser die Hebevorrichtungen z. B. die hydraulise Krahne der Bessemerhütten, die maschinelle Ausstattung Converter nicht in gleichem Sinne bearbeitet hat, so gesch dies, weil wir Alles für den Hüttenmann Wichtige, auch we es zum Theil in das Gebiet der allgemein anwendbaren App rate gehört, in einem Buch, wie das vorliegende, vereint seh möchten.

Was die Auswahl der illustrirten Beispiele anlangt, hätten wir uns gefreut, wenn neuere Constructionen, die g wissermassen als Normalausführungen gelten können, grösserer Anzahl bei genauer und detaillirter Darstellung im Atlas Platz gefunden, und ältere Apparate entweder ganz be seitigt oder mit Skizzen abgemacht worden wären. Apparat wie die Balgen, Kastengebläse, Ketten-, Wassertrommel-, Tonnen- und andere Gebläse, Oel-, Luft- und Federhämmer, manche Aufzüge bieten nur noch historisches Interesse und werden in halbwegs civilisirten Hüttenbezirken nicht mehr angewandt. Auch alte Walzwerkständer wie Fig. 642, 652, 672 hätten zu Gunsten der von Petzholdt u. A. veröffentlichten Walzwerke zu Seraing, Britanniahütte u. s. w. fortbleiben können, da man sie in einem Constructionssaal schwerlich als Muster hinstellen wird. Das von Vital Daelen construirte Bandagenwalzwerk ist gar nicht erwähnt, obwol es einer der genialsten Apparate des Hüttenmaschinenwesens ist.

Noch war zu wünschen, dass der in der früheren Auflage ziemlich consequent durchgeführte Grundsatz, die Verjüngung der nicht blos skizzirten Gegenstände durch Verhältnisszahl anzugeben, beibehalten, und dass gleichartige Apparate in gleichem Massstabe dargestellt worden wären, dadurch fielen von selbst Verhältnisse wie 4 : 300, die z. B. auf Taf. XXXIV noch vorkommen und höchst unbequem sind, fort.

Diese Ausstellungen, die wir zur Sprache bringen, weil wir im Uebrigen von dem Buch die höchste Meinung haben und dem ehrlichen Fleiss des Verfassers den besten Erfolg wünschen, hindern nicht, dass wir das Buch jedem Hüttenmann speciell empfehlen.

Die Ausstattung ist gut. E. F. D.

A. W. Schade's Buchdruckerei (L. Schade) in Berlin, Stallschreiberstr. 47.

Diagram II a.

Atm. Linie.

Diagram II b.

Fig. 1.

Fig. 2.

Diagram III a.

Atm. Linie.

Diagram III b.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

P. Käuffer:

Die Arbeit des Dampfes in der Dampfmaschine.

Königl. Hof Lith. Hermann Veit. Burgstr. 6. Berlin.

ZEITSCHRIFT
DES
VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE.

1877. **Band XXI. Heft 8.** **Augustheft.**

Abhandlungen.

Bremsversuche mit einer liegenden Dampfmaschine.

Von **H. Blecher.**

(Vorgetragen in der Versammlung des Bergischen Bezirksvereines vom 1. August 1876.)

(Hierzu Tafel XIX.)

Die in Fig. 1 bis 3, Taf. XIX, in ihren wesentlichen Theilen dargestellte Maschine ist in der Maschinenfabrik von Rittershaus & Blecher in Barmen erbaut und daselbst in Betrieb befindlich. Der Cylinderdurchmesser derselben beträgt 300^{mm}, der Hub 520^{mm}, und arbeitet dieselbe bei 5^{k},5 Dampfdruck und 75 Umdrehungen in der Minute durchgängig mit 30 Pferdest. effectiv.

Die Steuerung ist im Wesentlichen eine Meyer'sche Expansionssteuerung, durch den Regulator verstellbar, wie aus den Zeichnungen zu ersehen, und ähnelt den von Gebr. Sulzer und von G. Sigl auf der Ausstellung in Wien vorgeführten Einrichtungen.

Im Juli 1876 sind durch die Herren Prasser, Stambke und Vogt umfassende Indicator- und Bremsversuche an dieser Maschine vorgenommen, bei welchen gleichzeitig mit zwei Indicatoren gearbeitet wurde. Es waren diese ein englischer und einer von Dreyer, Rosenkranz & Droop in Hannover, welche auf beiden Seiten des Dampfcylinders angebracht waren. Die Bandbremse war, wie aus Fig. 4 und 5 zu ersehen, um das abgedrehte, beim Betriebe als Riemenscheibe dienende Schwungrad von 2^{m},100 Durchm. gelegt.

Die auf Taf. XIX noch dargestellten fünf Diagramme sind mit dem Dreyer'schen Indicator aufgenommen und den fünf Versuchen in der nachstehenden Tabelle entsprechend numerirt. Bei sämmtlichen Versuchen arbeitete die Speisepumpe an der Dampfmaschine.

Die nachstehende Tabelle ist ein Auszug aus den ausführlichen Notizen der Commission, und sei noch bemerkt, dass die Belastung der Bremse, welche mittelst acht Eisenplatten von 23 bis 52^{k} bewirkt wurde, bei vollem Gange der Maschine aufgebracht und gesteigert wurde, um zu sehen, wie der Regulator die starken Steigerungen der Widerstände durch vermehrte Füllung des Cylinders ausgleichen würde. Es stellte sich dabei heraus, dass die Functionen des Regulators vollständig zufriedenstellend gewesen sind.

Versuch	Cylinderfüllung nach der Scala der Steuerung	Dampfdruck im Schieberkasten	Umdrehungen in der Minute	Mittlerer Druck im Cylinder während eines ½ Hubes nach dem 1. Indicator	½ Hubes nach dem 2. Indicator	ganzen (Doppel)-Hubes	Indicirte Pferdestärken	Belastung der Bremse	Gebremste Pferdestärken	Nutzeffect
		k		k	k	k		k		pCt.
1	1,5—1,6	6	76	1,436	1,362	1,399	16,948	102,5	12,238	72
2	2,5—2,6	5,8	75	1,909	2,092	2,000	23,910	156,3	18,416	77
3	3,2	5,5	75	2,430	2,791	2,610	31,203	206,6	24,343	78
4	4,5	5,5	73	2,988	3,412	3,200	37,236	257,0	29,474	79
5	5,9	5,5	73	3,598	4,022	3,810	44,334	308,0	35,322	80

Die Arbeit des Dampfes in der Dampfmaschine.*)

Von **P. Käuffer.**

(Vorgetragen in der Versammlung des Pfalz-Saarbrücker Bezirksvereines vom 22. October 1876.)

(Hierzu Blatt 8.)

Im zweiten Diagramm lasse ich den Dampf von 1, 2, 3 . . . bis 8 Atm. totaler Spannung im Cylinder ausdehnen bis zu ½ Atm. über dem Vacuum und nehme an, dass der Gegendruck beim halben Hube ¼ Atm. erreicht und dass er bis zu Ende des Hubes diesen Werth behält. Ich nahm den Gegendruck von ¼ Atm.

*) Den Anfang dieses Aufsatzes bildet der Bd. XX, S. 569 mitgetheilte Vortrag des Verfassers.

nicht während des ganzen Hubes, da ein solcher Fall zu selten in der Praxis vorkommt.

Diesem Falle entsprechen die Diagramme IIa und IIb auf Blatt 8 sowie die Tabelle II.

Tabelle II.

Dampfdruck in Atmosphären einschl. der äusseren Atmosphäre	1	2	3	4	5	6	7	8
a) Verhältniss der Oberflächen zwisch. Diagramm u. einschliessend. Rechteck	0,56	0,47	0,39	0,336	0,296	0,265	0,24	0,22
b) Arbeit verrichtet während der Dampfeinführung in Procenten	70,5	53,0	47,4	41,8	38,5	36,1	35,8	35,1
c) Arbeit verrichtet während der Expansion in Procenten	29,5	47,0	52,6	58,2	61,5	63,9	64,2	64,9
d) Mitteldruck auf den Kolben in Kilogramm pro Quadratcentimeter	1,033 . 0,56 = 0,5785	2,066 . 0,47 = 0,971	3,099 . 0,39 = 1,2086	4,132 . 0,336 = 1,3884	5,165 . 0,296 = 1,5288	6,198 . 0,265 = 1,6425	7,231 . 0,24 = 1,7354	8,264 . 0,22 = 1,818
e) Länge der Dampfeinführung in Theilen des Hubes	0,537	0,281	0,193	0,146	0,120	0,1016	0,090	0,080
f) $x = 0^m,750$ (Kolbenoberfläche in Quadratcentimeter pro indicirte Pferdest. bei einer Kolbengeschwindigkeit von x Meter pro Secunde)	174,589	102,987	82,744	72,025	65,411	60,883	57,624	55,006
g) $x = 1^m,000$	130,941	77,24	62,058	54,019	49,058	45,662	43,218	41,254
h) $x = 1^m,250$	104,753	61,792	49,646	43,215	39,247	36,53	34,574	33,004
i) $x = 1^m,500$	87,2945	51,493	41,372	36,012	32,705	30,442	28,812	27,503
k) Cubikmeter Dampf pro indicirte Pferdest. pro Stunde	25,308	7,8134	4,312	2,839	2,119	1,6701	1,4003	1,188
l) Kilogramm Dampf pro indicirte Pferdest. pro Stunde	14,9646	8,717	6,985	5,983	5,475	5,100	4,914	4,716
n) Temperatur des einströmenden Dampfes, Grad C.	100	120,64	133,91	144	152,26	159,25	165,40	170,84
o) Ein Kubikmeter Dampf wiegt Kilogramm	0,5913	1,1157	1,620384	2,108285	2,584176	3,050785	3,509307	3,970636

Die Reihe n giebt in Grad C. die Temperatur des eintretenden Dampfes, während dieser Dampf in jedem in diesem Diagramm betrachteten Falle am Ende der Expansion genau die Temperatur von $81,72^0$ C. hat.

Als wir den Dampf nur bis zum äusseren atmosphärischen Drucke expandiren liessen, brauchten wir pro indicirte Pferdestärke von $21^k,2$ bis $6^k,8$ Dampf pro Stunde, während wir nach Tabelle II zwischen denselben Druck- oder Spannungsgrenzen nur $14^k,9$ bis $4^k,7$ Dampf verbrauchen.

Weniger grell tritt der Unterschied nach den Diagrammen IIIa und IIIb und in Tabelle III auf, wo der Dampf bis zu $\frac{1}{16}$ Atm. im Cylinder expandirt, und das Vacuum im Condensator gleich $1^k,03253$ pro Quadratcentimeter unter atmosphärischem Druck angenommen ist.

Tabelle III.

Dampfdruck in Atmosphären einschl. der äusseren Atmosphäre	1	2	3	4	5	6	7	8
a) Verhältniss der Oberflächen zwisch. Diagramm u. einschliessend. Rechteck	0,259	0,151	0,115	0,092	0,077	0,0653	0,059	0,053
b) Arbeit verrichtet während der Dampfeinführung in Procenten	28,6	25,1	23,0	22,0	21,7	21,4	21,2	21,0
c) Arbeit verrichtet während der Expansion in Procenten	71,4	74,9	77,0	78,0	78,3	78,6	78,8	79,0
d) Mitteldruck auf den Kolben in Kilogramm pro Quadratcentimeter	1,033 . 0,259 = 0,2675	2,066 . 0,151 = 0,311966	3,099 . 0,115 = 0,3564	4,132 . 0,092 = 0,38	5,165 . 0,077 = 0,3977	6,198 . 0,0653 = 0,4047	7,231 . 0,059 = 0,42663	8,264 . 0,053 = 0,43799
e) Länge der Dampfeinführung in Theilen des Hubes	0,0751	0,0393	0,027	0,0204	0,0168	0,014	0,0126	0,0112
f) $x = 0^m,750$ (Kolbenoberfläche in Quadratcentimeter pro indicirte Pferdest. bei einer Kolbengeschwindigkeit von x Meter pro Secunde)	373,832	320,548	280,584	263,158	251,446	247,096	234,395	228,316
g) $x = 1^m,000$	280,374	240,411	210,438	197,369	188,585	185,322	175,796	171,237
h) $x = 1^m,250$	224,299	192,329	168,438	157,655	150,868	148,258	140,637	136,990
i) $x = 1^m,500$	186,916	160,274	140,292	131,579	125,723	123,548	117,197	114,158
k) Cubikmeter Dampf pro indicirte Pferdest. pro Stunde	7,5787	3,4013	2,05545	1,4494	1,1413	0,9340	0,7974	0,69041
l) Kilogramm Dampf pro indicirte Pferdest. pro Stunde	4,4813	3,7948	3,3276	3,0557	2,9493	2,8494	2,7983	2,7413
n) Temperatur des einströmenden Dampfes, Grad C.	100	120,64	133,91	144	152,26	159,25	165,40	170,84
o) Ein Cubikmeter Dampf wiegt Kilogramm	0,5913	1,1157	1,620384	2,108285	2,584176	3,050785	3,509307	3,970636

Das hier benutzte Diagramm ist rein theoretisch, da solche Expansion und solches Vacuum in der Praxis nicht einmal versucht werden.

Das kleine Diagramm IIIb zeigt wie die früheren den Procentsatz zwischen der während der Admission verrichteten Arbeit und der während der Expansion verrichteten.

In der folgenden Tab. IV ist der unvortheilhafteste Fall betrachtet von allen denen, wo Wasser benutzt wird als Medium, um Wärme in Form von mechanischer Arbeit zu verwerthen. Ich führe hier den Dampf in den Cylinder während der ganzen Länge des Hubes, so dass also derselbe gar nicht expandirt. Als Gegendruck nehme ich genau den der äusseren Atmosphäre, also $1^k,033$ pro Quadratcentimeter über dem Vacuum. Der Dampf entweicht während des Rückschubes frei in die Atmosphäre ohne irgend welchen Widerstand. Die Indicatorcurve wird hier zur geraden Linie, und das Diagramm wird zum Rechteck von einer Höhe, die dem Drucke im Kessel entspricht.

Die verrichtete Arbeit und der entsprechende Dampfverbrauch sind hier sehr leicht berechnet. Wenn wir den constanten Druck auf den Quadratcentimeter der Kolbenfläche kennen und eine gewisse Kolbengeschwindigkeit annehmen, so finden wir aus dem vom Kolben beschriebenen geometrischen Volumen die verbrauchte Dampfmenge.

Tabelle IV.

Dampfdruck in Atmosphären einschliesslich der äusseren Atmosphäre	2	3	4	5	6	7	8
d) Druck auf den Kolben in Kilogramm pro Quadratcentimeter	1,03253	2,06507	3,09760	4,13013	5,16267	6,19520	7,22773
f) $x = 0^m,750$ (f–i: Kolbenoberfläche in Quadratcentimeter pro indicirte Pferdestärke bei einer Kolbengeschwindigkeit von x Meter pro Secunde)	96,849	48,425	32,283	24,2123	19,370	16,1615	13,8356
g) $x = 1^m,000$	72,636	36,318	24,212	18,159	14,527	12,106	10,395
h) $x = 1^m,250$	58,11	29,056	19,37	14,53	11,62	9,685	8.301
i) $x = 1^m,500$	48,425	24,2123	16,1415	12,1062	9,685	8,0808	6,9178
k) Cubikmeter Dampf pro indicirte Pferdestärke pro Stunde	26,14896	13,07448	8,71632	6,53965	5,22979	4,35816	3,73557
l) Kilogramm Dampf pro indicirte Pferdestärke pro Stunde	29,17484	21,18568	18,37648	16,8996	15,95496	15,2941	14,8326
n) Temperatur des verbrauchten Dampfes, Grad·C.	120,64	133,91	144	152,26	159,25	165,40	170,84
o) Ein Cubikmeter Dampf wiegt Kilogramm	1,1157	1,620384	2,108285	2,584176	3,050785	3,509307	3,970636

Alle hier berechnete Arbeit ist im Kessel direct als Wärme consumirt worden. Der Dampf hat am Ende des Hubes dieselbe Temperatur und denselben Druck, er enthält dieselbe Wärme- oder Arbeitsmenge, die er hatte, als er aus dem Kessel herausgedrückt in den Cylinder trat.

Die Werthe in Columne 1 ergeben durch weitere Berechnung, wie es in Folgendem geschehen wird, dass pro Kilogramm verbrauchten Dampfes, je nach dem Drucke, mit welchem derselbe vom Kessel in den Cylinder gedrückt wurde, der Kessel eine genau bestimmte Menge Arbeit verrichtete oder das entsprechende Aequivalent an Wärme verbrauchte. Da diese bestimmte Menge Arbeit im Kessel producirt, oder das Aequivalent dort in Wärme consumirt werden muss, so kann diese Wärmemenge nicht mehr in dem aus dem Kessel gedrückten Dampfe aufzufinden sein, da sie, wie gesagt, schon vorher verbraucht war. Man muss sonach diese Wärme zu der im hinausgedrückten Dampfe enthaltenen addiren, um die im Ganzen verbrauchte Wärme zu bestimmen.

„Diese während der Admission verrichtete Arbeit ist die während der Expansion des Dampfes im Dampfraum des Kessels vom Kessel direct verrichtete mechanische Arbeit."

Die äquivalente Wärme ist mehr oder weniger augenblicklich ersetzt durch die der Heizfläche zuertheilte Wärme, indem neuer Dampf erzeugt wird, welcher den expandirenden Dampf während und nach der Admission wieder auf den früheren Maximaldruck comprimirt. Mit einer Dampfmaschine, welche continuirlich mit Volldruck arbeitet, hat die Heizfläche den hinausgedrückten Dampf fortwährend zu ersetzen und sie muss in derselben Zeit die von der Dampfmaschine verrichtete Arbeit in Form von Wärme ebenfalls fortwährend produciren, während mit einer Expansionsmaschine der directe Verbrauch von Wärme im Kessel periodisch vor sich geht, je nach der Zeitdauer der Admission des Dampfes in den Cylinder.

In einer Volldruck-Dampfmaschine, welche mit 7 Atm. Totaldruck arbeitet, hat der Kessel für je 2 indicirte Pferdest. mehr als ein halbes Kilogramm Dampf in der Minute continuirlich zu erzeugen, während mit einer Dampfmaschine, in welcher der Dampf bis zu $\frac{1}{2}$ Atm. expandirt, der Kessel nicht ganz $\frac{1}{6}$ Kilogramm in der Minute zu erzeugen hat, welches Quantum aber periodisch verbraucht wird. Mit einer Dampfmaschine von 120 indicirten Pferdest., welche 30 Umgänge pro Minute macht oder 60 einfache Hübe (so dass ein Hub in einer Secunde gemacht wird), hat der Kessel zu liefern, wenn die Maschine auf Volldruck construirt war, $0^k,5$ pro Secunde continuirlich, und wenn der Dampf bei 0,09 der Hublänge abgeschnitten expandirt, ungefähr $\frac{1}{6}$ Kilogramm Dampf während etwa $\frac{1}{4}$ Secunde Zeit,

sobald die Pleuelstange fünfmal so lang ist wie die Kurbel. Der Kessel hat dann $\frac{3}{4}$ Secunden Zeit, den hinausgedrückten Dampf durch neuen zu ersetzen.

II. Um die Arbeitsmenge zu finden, welche unter den verschiedenen Umständen pro Kilogramm verbrauchten Dampfes verrichtet worden ist, entwarf ich die Tabelle V. Die Anzahl Meterkilogramm, welche pro indicirte Pferdestärke in einer Stunde entwickelt worden sind, also $3600 \times 75 = 270000^{mk}$ dividire ich durch die verbrauchte Dampfmenge in Kilogramm, wie sie nach den früheren Tabellen erhalten wird. Diese Zahl, nach Joule's Aequivalent in Wärmeeinheiten umgewandelt, ist dann

$$\frac{3600 \cdot 75}{424{,}4316656} = 636^{c}{,}14475.$$

Die Division dieser Zahl durch die Anzahl Kilogramm verbrauchten Dampfes giebt dann die pro Kilogramm Dampf als verrichtete Arbeit indicirte Wärme.

Die Tabelle V giebt die pro 1^{k} Dampf indicirte Arbeit, wenn der Dampf in den betrachteten Fällen mit den Spannungen 1 bis 8 Atm. in den Cylinder tritt.

Tabelle V.

Dampfspannung einschl. äussere Atmosphäre	Keine Expansion (oder Volldruck)		Wenn der Dampf expandirt bis zu: 1 Atmosphäre		$\frac{1}{2}$ Atmosphäre		$\frac{1}{16}$ Atmosphäre	
	Meterkilogramm	Wärmeeinheiten	Meterkilogramm	Wärmeeinheiten	Meterkilogramm	Wärmeeinheiten	Meterkilogramm	Wärmeeinheiten
1	–	—	—	—	$\frac{270000}{14{,}965} = 18042{,}098$	$\frac{636{,}14475}{14{,}965} = 42{,}509$	$\frac{270000}{4{,}4813} = 60250{,}3738$	$\frac{636{,}14475}{4{,}4813} = 141{,}9554$
2	$\frac{270000}{29{,}17484} = 9254{,}5495$	$\frac{636{,}14475}{29{,}17484} = 21{,}8046$	$\frac{270000}{21{,}223446} = 12721{,}77949$	$\frac{636{,}14475}{21{,}223446} = 29{,}97368$	$\frac{270000}{8{,}717} = 30973{,}959$	$\frac{636{,}14475}{8{,}717} = 72{,}9774$	$\frac{270000}{3{,}7948} = 71149{,}9974$	$\frac{636{,}14475}{3{,}7948} = 167{,}6359$
3	$\frac{270000}{21{,}18568} = 12744{,}4576$	$\frac{636{,}14475}{21{,}18568} = 30{,}02711$	$\frac{270000}{13{,}54988} = 19926{,}37573$	$\frac{ℌ36{,}14475}{13{,}54988} = 46{,}948368$	$\frac{270000}{6{,}985} = 38654{,}116$	$\frac{636{,}14475}{6{,}985} = 91{,}073$	$\frac{270000}{3{,}3276} = 81139{,}5604$	$\frac{636{,}14475}{3{,}3276} = 191{,}1723$
4	$\frac{270000}{18{,}37648} = 14692{,}6941$	$\frac{636{,}14475}{18{,}37648} = 34{,}6173$	$\frac{270000}{10{,}49825} = 25718{,}57214$	$\frac{636{,}14475}{10{,}49825} = 60{,}59539$	$\frac{270000}{5{,}983} = 45261{,}574$	$\frac{636{,}14475}{5{,}983} = 106{,}325$	$\frac{270000}{3{,}0557} = 88359{,}4594$	$\frac{636{,}14475}{3{,}0557} = 208{,}1830$
5	$\frac{270000}{16{,}8996} = 15976{,}7095$	$\frac{636{,}14475}{16{,}8996} = 37{,}6426$	$\frac{270000}{8{,}922255} = 30261{,}40802$	$\frac{636{,}14475}{8{,}922255} = 71{,}29865$	$\frac{270000}{5{,}475} = 49315{,}069$	$\frac{636{,}14475}{5{,}475} = 116{,}191$	$\frac{270000}{2{,}9493} = 91547{,}1468$	$\frac{636{,}14475}{2{,}9493} = 215{,}6934$
6	$\frac{270000}{15{,}955} = 16922{,}5948$	$\frac{636{,}14475}{15{,}955} = 39{,}8712$	$\frac{270000}{7{,}955959} = 33936{,}82647$	$\frac{636{,}14475}{7{,}955959} = 79{,}95802$	$\frac{270000}{5{,}100} = 52941{,}176$	$\frac{636{,}14475}{5{,}100} = 124{,}734$	$\frac{270000}{2{,}8494} = 94756{,}7909$	$\frac{636{,}14475}{2{,}8494} = 223{,}2556$
7	$\frac{270000}{15{,}2941} = 17653{,}8665$	$\frac{636{,}14475}{15{,}2941} = 41{,}5941$	$\frac{270000}{7{,}2405075} = 37290{,}20376$	$\frac{636{,}14475}{7{,}2405075} = 87{,}85914$	$\frac{270000}{4{,}914} = 54945{,}075$	$\frac{636{,}14475}{4{,}914} = 129{,}456$	$\frac{270000}{2{,}7983} = 96487{,}1529$	$\frac{636{,}14475}{2{,}7983} = 227{,}3326$
8	$\frac{270000}{14{,}8326} = 18203{,}1478$	$\frac{636{,}14475}{14{,}8326} = 42{,}8883$	$\frac{270000}{6{,}809124} = 39652{,}67778$	$\frac{636{,}14475}{6{,}809124} = 93{,}42534$	$\frac{270000}{4{,}716} = 57251{,}908$	$\frac{636{,}14475}{4{,}716} = 134{,}891$	$\frac{270000}{2{,}7413} = 98493{,}4155$	$\frac{636{,}14475}{2{,}7413} = 232{,}0595$

Von diesen Werthen leite ich nun die Arbeitsmenge ab, welche während der Admission des Dampfes in den Cylinder verrichtet worden ist. Es ist diese Arbeitsmenge äquivalent der im Kessel direct in nutzbare Arbeit umgesetzten Wärme. Die betreffenden Werthe finden sich in Tabelle VI.

Durch Abzug der Werthe in Tab. VI von denen in Tab. V erhalte ich nun die in den verschiedenen Fällen pro Kilogramm Dampf während seiner eigenen Ausdehnung (Expansion) verrichtete Arbeit. Diese Arbeitsmengen müssen die Aequivalente sein der im Dampfe verschwundenen fühlbaren Wärme. Sie sind zusammengestellt in Tabelle VII.

In den letzten Columnen der Tabellen VI und VII ist die Arbeitsmenge mitenthalten, welche wir dem Condensator und der Luftpumpe verdanken. Durch Abzug der über der atmosphärischen Linie pro Kilogramm Dampf in den verschiedenen Fällen verrichteten Arbeit (Diagramm III) erhalte ich durch die Tabellen VI und VII diese Arbeiten in zwei Theilen. Zunächst von Tab. VI die während der Admission und dann von Tab. VII die während der Expansion verrichtete, und die Addition dieser beiden giebt die totale „Arbeit vom Condensator.“ Diese Arbeitsmenge muss ein constanter Werth sein unabhängig von dem Druck, mit welchem der Dampf in den Cylinder gedrängt wurde, und die Menge der hier betrachteten Arbeit kann nur variiren mit dem erzielten Expansionsgrade.

Tabelle VI.

	Keine Expansion (Volldruck)		Wenn der Dampf expandirt bis zu: 1 Atmosphäre		$\frac{1}{16}$ Atmosphäre	
	Meterkilogramm	Wärmeeinheiten	Meterkilogramm	Wärmeeinheiten	Meterkilogramm	Wärmeeinheiten
1	—	—	—	—	60 250,3738 . 0,286 = 17 231,6069	141,9554 . 0,286 = 40,5992
2	9 254,5495	21,8046	12 721,7795 . 0,729 = 9 274,1773	29,9737 . 0,729 = 21,8508	71 149,9974 . 0,251 = 17 858,6493	167,6359 . 0,251 = 42,0766
3	12 744,4576	30,02711	19 926,3757 . 0,6298 = 12 549,6314	46,9484 . 0,6298 = 29,5681	81 139,5604 . 0,230 = 18 662,0989	191,1723 . 0,23 = 43,9696
4	14 692,6941	34,6173	25 718,5214 . 0,5708 = 14 680,1320	60,5954 . 0,5708 = 34,5878	88 359,4594 . 0,220 = 19 439,0810	208,183 . 0,22 = 45,8003
5	15 976,7095	37,6426	30 261,4080 . 0,529 = 16 008,2848	71,2986 . 0,529 = 37,71699	91 547.1468 . 0,217 = 19 865,7308	215,6934 . 0,217 = 46,8055
6	16 922.5948	39,8712	33 936,8265 . 0,4992 = 16 941,2638	79,9580 . 0,4992 = 39,9150	94 756,7909 . 0,214 = 20 277,9533	223,2556 . 0,214 = 47,7767
7	17 653,8665	41,5941	37 290,2038 . 0,4736 = 17 660,6405	87,85914 . 0,4736 = 41,6101	96 487,1529 . 0,212 = 20 455,2764	227,3326 . 0,212 = 48,1945
8	18 203,1478	42,8883	39 652,6778 . 0,4593 = 18 212,4749	93,42534 . 0,4593 = 42,9103	98 493,4155 . 0,210 = 20 683,6173	232,0595 . 0,21 = 48,7325

Tabelle VII.

Atmosphären	Wenn der Dampf expandirt bis zu: 1 Atmosphäre		$\frac{1}{16}$ Atmosphäre	
	Meterkilogramm	Wärmeeinheiten	Meterkilogramm	Wärmeeinheiten
1	—	—	60250,3738—17 231,6069 = 43 018,7669	141,9554—40,5992 = 101,3562
2	12721,7795— 9 274,1773 = 3 447,6022	29,9737—21,8508 = 8,1229	71 149,9974—17 858,6493 = 53 291,3481	167,6359—42,0766 = 125,5593
3	19 926,3757—12 549,6314 = 7 376,7443	46,9484—29,5681 = 17,3803	81 139,5604—18 662,0989 = 62477,4615	191,1723—43,9696 = 147,2027
4	25718,5721—14 680,132 = 11 038,4401	60,5954—34,5878 = 26,0076	88 359,4594—19 439,081 = 68 920,3784	208,183 —45,8003 = 162,3827
5	30261,4080—16 008,2848 = 14 253,1232	71,2986—37,717 = 33,5816	91 547,1468—19 865,7308 = 71 681,416	215,6934—46,8055 = 168,8879
6	33 936,8265—16 941,2638 = 16 995,5627	79,9580—39,915 = 40,043	94 756,7909—20 277,9533 = 74 478,8376	223,2556—47,7767 = 175,4789
7	37 290,2038—17 660,6405 = 19 629,5633	87,8591—41,6101 = 46,249	96 487,1529—20 455,2764 = 76 031,8765	227,3326—48,1945 = 179,1381
8	39 652,6778—18 212,4749 = 21 440,2029	93,4253—42,9103 = 50,515	98 493,4155—20683,6173 = 77 809,7982	232,0595—48,7325 = 183,327

Der erste Theil dieser Arbeit ist erhalten worden in Tab. VIII durch Subtraction der Werthe in der vorletzten Columne von Tab. VI von den Werthen der letzten Columne derselben Tabelle.

Tabelle VIII.

	Meterkilogramm	Wärmeeinheiten
1 Atm.	17 231,6069 — . . 0 . . = 17 231,6069	40,5992 — 0 . . = 40,5992
2 -	17 858,6493 — 9 274,1773 = 8 584,4720	42,0766 — 21,8508 = 20,2258
3 -	18 662,0989 — 12 549,6314 = 6 112,4675	43,9696 — 29,5681 = 14,4015
4 -	19 439,0810 — 14 680,1320 = 4 758,9490	45,8003 — 34,5878 = 11,2125
5 -	19 865,7308 — 16 008,2848 = 3857,4460	46,8055 — 37,7170 = 9,0885
6 -	20 277,9533 — 16 941,2638 = 3 336,6895	47,7767 — 39,9150 = 7,8617
7 -	20 455,2764 — 17 660,6405 = 2 794,6359	48,1945 — 41,6101 = 6,5844
8 -	20 683,6173 — 18 212,4749 = 2471,1424	48,7325 — 42,9103 = 5,8222

Der zweite Theil dieser Arbeit ist in Tab. IX erhalten worden durch Abziehen der Werthe in der vorletzten Columne der Tab. VII von denen der letzten Columne derselben Tabelle.

Tabelle IX.

	Meterkilogramm	Wärmeeinheiten
1 Atm.	43018,7669 — . . 0 . . = 43018,7669	101,3562 — 0 . . = 101,3562
2 -	53291,3481 — 3447,6022 = 49843,7359	125,5593 — 8,1229 = 117,4364
3 -	62477,4615 — 7376,7443 = 55100,7172	147,2027 — 17,3803 = 129,8224
4 -	68920,3784 — 11038,4401 = 57881,9383	162,3827 — 26,0076 = 136,3751
5 -	71681,4160 — 14253,1232 = 57427,2928	168,8879 — 33,5816 = 135,3063
6 -	74478,8376 — 16995,5627 = 57483,2749	175,4789 — 40,0430 = 135,4359
7 -	76031,8765 — 19629,5633 = 56402,3132	179,1381 — 46,2490 = 132,8891
8 -	77809,7982 — 21440,2029 = 56369,5953	183,3270 — 50,5150 = 132,8120

Die Addition der zusammengehörigen Werthe in den Tab. VIII und IX giebt nun die totale Arbeit vom Condensator einschl. Luftpumpe in Meterkilogramm oder in Wärmeeinheiten, wie sie in Tab. X enthalten sind.

Tabelle X.

	Meterkilogramm	Wärmeeinheiten
1 Atm.	17231,6069 + 43018,7669 = 60250,3738	40,5992 + 101,3562 = 141,9554
2 -	8584,4720 + 49843,7359 = 58428,2079	20,2258 + 117,4364 = 137,6622
3 -	6112,4675 + 55100,7172 = 61213,1847	14,4015 + 129,8224 = 144,2239
4 -	4758,9490 + 57881,9383 = 62640,8873	11,2125 + 136,3751 = 147,5876
5 -	3857,4460 + 57427,2928 = 61284,7388	9,0885 + 135,3063 = 144,3948
6 -	3336,6895 + 57483,2749 = 60819,9644	7,8617 + 135,4359 = 143,2976
7 -	2794,6359 + 56402,3132 = 59196,9491	6,5844 + 132,8891 = 139,4735
8 -	2471,1424 + 56369,5953 = 58840,7377	5,8222 + 132,8120 = 138,6342
	8 : 482778,0467	8 : 1137,2292
	Mittelwerth 60347,2558	Mittelwerth 142,1536

[Die Probe: 142,1536 . 424,4316656 = 60374,58922, zeigt die Rechnung als genügend richtig.]

Die grösste Differenz von 3 pCt. zwischen den erhaltenen Werthen findet ihre Ursache in kleinen Unrichtigkeiten meiner Berechnungen, aber vielleicht auch in den gegebenen Daten.

Für meinen Zweck war diese Art Controle genügend.

Diesem entgegen will ich nun diejenige Arbeitsmenge berechnen, welche in einer unter atmosphärischem Drucke und ohne Condensator arbeitenden Dampfmaschine nicht nutzbar gemacht werden kann, weil der Dampf eine gewisse Energie in sich braucht, um mit dem Drucke der äusseren Atmosphäre, in welche er entlassen wird, im Gleichgewicht zu sein. Ich ziehe die Werthe in Columne 1, Tab. VI, von der Arbeitsmenge ab, welche in einem Diagramm repräsentirt wäre, welches während der Volumenvergrösserung des Wassers im Kessel gezogen würde, und erhalte

Tabelle XI.

1 Atm. . . .	41,23 — 0 = 41^c,23
2 - . . .	43,52 — 21,805 = 21^c,615
3 - . . .	44,93 — 30,027 = 14^c,903
4 - . . .	46,05 — 34,617 = 11^c,433
5 - . . .	46,94 — 37,643 = 9^c,297
6 - . . .	47,70 — 39,871 = 7^c,829
7 - . . .	48,35 — 41,594 = 6^c,756
8 - . . .	48,93 — 42,888 = 6^c,042

Die hier folgende Rechnung beweist nun bis auf kleine Differenzen das Gleichgewicht bei jeder Spannung.

Tabelle XII.

1 Atm. . .	41,23 = 1 . 41,23 = 41,23
2 - . .	43,52 = 2 . 21,615 = 43,23
3 - . .	44,93 = 3 . 14,903 = 44,709
4 - . .	46,05 = 4 . 11,433 = 45,732
5 - . .	46,94 = 5 . 9,297 = 46,485
6 - . .	47,70 = 6 . 7,829 = 46,974
7 - . .	48,35 = 7 . 6,756 = 47,292
8 - . .	48,93 = 8 . 6,042 = 48,336

Vergleich mit dem mechanischen Aequivalent der Wärmeeinheit.

Hierzu muss ich die in Columne 2, Tab. VII, erhaltenen Werthe denen gegenüber stellen, die ich durch Subtraction der Wärmemenge des 100grädigen Dampfes erhalte, von derjenigen, welche im Dampfe enthalten ist, wenn derselbe aus dem Kessel gedrückt wird.

Tabelle XIII.

Totaldruck in Atm.	Im Dampfe verschwundene Wärmeeinheiten durch Condensation gemessen	Vom Dampfe verrichtete Arbeit, in Wärmeeinheiten ausgedrückt
1	637,000 — 637,000 = 0	. . 0,0
2	643,2952 — 637,000 = 6,2952	. . 8,1229
3	647,34255 — 637,00 = 10,34255	. . 17,3803
4	650,42 — 637,00 = 13,42	. . 26,0076
5	652,9393 — 637,00 = 15,9393	. . 33,5816
6	655,071 — 637,00 = 18,071	. . 40,0430
7	656,947 — 637,00 = 19,947	. . 46,249
8	658,6062 — 637,00 = 21,6062	. . 50,5150

Die Resultate stimmen, wie ersichtlich, nicht. Ich setze voraus, Regnault's Werth für die totale Wärme des Dampfes von 2 Atm. Totaldruck wäre richtig, dann wäre das mechanische Aequivalent einer Wärmeeinheit $= 547^{mk},_{517}$; nehmen wir diese Rechnung mit Dampf von 8 Atm. vor, so fällt der Werth für das mechanische Wärmeäquivalent doppelt aus. Oder nehmen wir an, dass das Aequivalent der Wärmeeinheit richtig ist, dann muss die totale Wärme des Dampfes grösser sein, als Regnault sie angiebt, nämlich im Dampf von 8 Atm. Totaldruck

$$637 + 50,_{515} = 687^{c},_{515},$$

während Regnault sie zu $658,_{6062}$ aufstellt.

Zu ergründen, wo der Fehler liegt, gehört nicht hierher, nur will ich mir erlauben, hier darauf aufmerksam zu machen, dass die Werthe bis Tabelle XII so grosse Differenzen in meinen Rechnungen nicht aufweisen und schon deshalb, sowie auch weil Experimente über Druck, Gewicht und Volumen gesättigten Dampfes mehrfach und von Verschiedenen wiederholt wurden, darin wol kaum die Ursache so grosser Differenz gesucht werden kann.

Ich habe in meinem ersten Vortrage zum Nachweis, dass der Dampf während seiner eigenen Ausdehnung unter Zurückschieben eines ihm entgegenstehenden Widerstandes an innerer Energie wachsen muss, anstatt dass ein Theil seiner inneren Energie (latente Wärme) in Arbeit übergeht, die Energien der Dämpfe von 1 und 2 Atm. nachgerechnet und erlaube mir, hier diese Rechnung weiter zu führen bis zu 8 Atm., immer in Vergleich zu Dampf von 1 Atm. Ich stelle also die Differenzen der Totalwärmen und die der Verdampfungswärmen (latente Wärme) von 1 bis 8 Atm. in Vergleich, woraus folgende Tabelle XIV resultirt.

Tabelle XIV.

Atmosphären	Totalwärmen	Differenz	Atmosphären	Latente oder Verdampfungswärmen	Differenz	Summa dieser zwei Differenzen
II — I	$643,_{3}$ — 637	$6,_{3}$	I — II	537 — $522,_{66}$	$14,_{34}$	$20,_{64}$ Cal.
III — I	$647,_{84}$— 637	$10,_{84}$	I — III	537 — $513,_{43}$	$23,_{57}$	$33,_{91}$ -
IV — I	$650,_{4}$ — 637	$13,_{4}$	I — IV	537 — $506,_{4}$	$30,_{6}$	$44,_{0}$ -
V — I	$652,_{8}$ — 637	$15,_{8}$	I — V	537 — $500,_{54}$	$36,_{46}$	$52,_{26}$ -
VI — I	$655,_{2}$ — 637	$18,_{2}$	I — VI	537 — $495,_{95}$	$41,_{05}$	$59,_{25}$ -
VII — I	$656,_{9}$ — 637	$19,_{9}$	I — VII	537 — $491,_{5}$	$45,_{5}$	$65,_{5}$ -
VIII — I	$658,_{6}$ — 637	$21,_{6}$	I — VIII	537 — $487,_{76}$	$49,_{24}$	$70,_{84}$ -

In der letzten Columne dieser Tabelle gebe ich die Summe dieser Differenzen, und es stellt sich heraus, dass jedesmal diese Summe oder die Summe der frei gewordenen Wärme und der neuen freien Wärme, die dem höher gespannten Dampfe zugetreten ist, genau gleich ist der Temperaturzunahme des Dampfes oder der Zunahme an Wärmeeinheiten des Wassers. Ich füge dies hier bei, weil ich es noch nirgends erwähnt fand, und es doch jedenfalls der Notirung werth ist.

Also: Dampf und Wasser von 2 Atm. haben beide eine Temperatur von $120,_{64}{}^{0}$ C. Es ist also die Wärmezunahme des Wassers von 1 Atm. bis 2 Atm.

$$= 120,_{64} - 100 = 20,_{64}{}^{0} \text{ C.}$$

Dies ist genau die Summe der Differenzen in Tab. XIV.

Zwischen Dampf von 3 Atm. und 1 Atm. ist die Differenz . . . . . $133,_{91} - 100 = 33,_{91}{}^{0}$ C.
bei 4 Atm. ist sie $144,_{0} - 100 = 44,_{0}$
- 5 - - - $152,_{26} - 100 = 52,_{26}$
- 6 - - - $159,_{25} - 100 = 59,_{25}$
- 7 - - - $165,_{50} - 100 = 65,_{50}$
- 8 - - - $170,_{84} - 100 = 70,_{84}$

Und alle diese Werthe sind genau gleich denen der Summen in Tab. XIV.

Diese hier vorgenommene Operation in Form einer Gleichung dargestellt, ergiebt folgendes:

$$(a - a_{,}) - (b - b_{,}) + b - a = b_{,} - a_{,},$$

wo a die Totalwärme des Dampfes niederer Spannung,
$a_{,}$ - - - - - Wassers - -
b - - - - - Dampfes höherer -
$b_{,}$ - - - - - Wassers - -

und ist dabei

$a - a_{,}$ die Verdampfungswärme des Dampfes niederer Spannung,
$b - b_{,}$ diejenige des Dampfes von höherer Spannung.

Am Schluss möchte ich hier noch darauf aufmerksam machen, dass man zur Berechnung der lebendigen Massen in der Dampfmaschine (nach Radinger) und bei Berechnung eines Schwungrades nicht das Diagramm nehmen darf, wie es der Indicator liefert. Es ist dazu eine Correctur nöthig, welche dann die Druckvertheilung auf den Kolben wesentlich anders zeigt, als man ihn nach dem Originaldiagramm bisher beurtheilte. Radinger würde ganz andere Resultate erhalten haben, wenn er die Diagramme erst hiernach corrigirt hätte.

Es ist dies die relative Lage der Curve des Rückhubes gegen die Curve des activen Hubes. Das Diagramm, welches vom oberen Ende eines Dampfcylinders gezogen wird, zeigt wol die Arbeitscurve richtig, doch es zeigt die Rücklaufcurve der nächstfolgenden halben Umdrehung der Maschine, während die Rücklauf- oder Widerstandscurve, welche gleichzeitig mit der activen Curve des oberen Cylindertheiles beschrieben wurde,

sich auf dem Indicator des unteren Cylindertheiles aufzeichnete. Verfolgen wir die Drucke, Arbeits- und Widerstandsdruck, wie sie in gleichen Zeitabschnitten gleichzeitig aufgezeichnet wurden, so müssen wir die Widerstandscurve herumwerfen, um dies wiederzugeben. Wir müssen z. B. auf Fig. 1, Blatt 8, die Curve *cd* umlegen wie Fig. 2 zeigt. Dann haben wir in diesem corrigirten Diagramm ein genaues Bild von der effectiven Stärke des Druckes auf den Kolben in jedem Zeitabschnitt.

In Fig. 3 ist ein Diagramm wiedergegeben, wie es vom Prof. Bauschinger von einer Locomotive mit Meyer'scher Steuerung gewonnen wurde, und Fig. 4 zeigt dasselbe nach meiner Weise corrigirt.

Bei Vergleich von Fig. 1 und 2 zeigt sich, dass bisher das nach Fig. 1 berechnete Schwungrad zu schwer ausfallen musste, bei Fig. 2 und 4 ist es das Gegentheil. Die Curve in Fig. 3 sieht sehr gleichmässig aus, man meint, der Kolben sei von Anfang bis Ende des Hubes fast ganz gleichmässig belastet gewesen, während mein corrigirtes Diagramm in Fig. 4 vor der Ungleichförmigkeit fast erschrecken lässt.

Diese, Fig. 4 in enger Schraffirung angegebene Arbeitsmenge muss in den letzten Theilen des Hubes von den lebendigen Massen wieder zurückgegeben werden als lebendige Kraft, nachdem diese Theile ebenso viel lebendige Kraft im ersten Theil des Hubes im Ueberschuss erhielten.

In einer eincylindrigen Maschine und ohne alle Schwungmassen ist solch ein Diagramm eine reine Unmöglichkeit, da dann im ganzen System keine lebendige Kraft aufgespeichert werden, der letzte Theil des Hubes also gar nicht vollbracht werden kann. An einer Locomotive sind aber zwei Cylinder, deren Kurbeln rechtwinklig zu einander stehen, und es sind die in Bewegung gesetzten Massen mehr als hinreichend, eine Verrichtung und Wiederholung so ungleichmässiger Arbeit im Cylinder möglich zu machen.

Endlich erklärt dies vielleicht das bedeutende „Schlingern“ der Locomotive, wenn die Maschine auf solche oder ähnliche Arbeit eingestellt ist.

Diese Correction wird in kurzer Zeit den leider schon ziemlich weit verbreiteten Traum eines Vortheils durch Compression des Dampfes im Cylinder kurz vor Hubende zerrinnen lassen.

Die Diagramme in Fig. 5 bis 8, links die Originale und rechts die von mir corrigirten Diagramme zeigen dies auf den ersten Blick. Wenn man nun dazu die geistreichen Entwickelungen Zeuner's nachliest oder beispielsweise die gediegene Arbeit von Radinger „Ueber Dampfmaschinen mit hoher Kolbengeschwindigkeit“, wo es in der 2. Auflage, Seite 94 heisst: „Dass die sonst ausfallende Dreiecksfläche eine Arbeit vorstellt, welche rein verloren geht; dass sich die Dampfspannung meist auf dem ganzen Wege der Füllung nicht mehr erholt und unter der Spannung im Schieberkasten bleibt, wenn sie am todten Punkt ihre volle Grösse nicht erreichen konnte; dass dann die Maschine keineswegs die Leistungsfähigkeit besitzt, welche man ihr zutraut“ und wenn man dazu die Diagramme Fig. 4, 6 und 8 ansieht, so wird man in Zukunft keine Compression im Cylinder mehr anwenden. —

Alle von mir in obiger Arbeit angestellten Berechnungen sind höchst einfach und gewähren doch einen sehr klaren Blick in das Wesen der Sache; sie sind sehr umständlich und scheinbar profan, weshalb sie wol bisher unterlassen wurden. Jetzt, da sie gemacht sind, werden sie Manchem als gute Grundlage zum Weiterarbeiten dienen. Ich habe 1871 ziemlich einen Monat lang an einer geometrischen Berechnung gearbeitet zur Feststellung der Druckverluste in einer liegenden Dampfmaschine mit Gleitschienen und einer Pleuelstange fünfmal so lang wie die Kurbel, habe durch Heranziehung aller mir bekannten Experimente die Wärmeverluste durch Oberflächen nachgerechnet und habe unter Berücksichtigung dieser Verluste und des Einflusses des schädlichen Raumes, wie ich es oben angegeben habe, unter Annahme eines Dampfkessels mit 0,66 Nutzeffect, das Diagramm I bis zum effectiven Kohlenverbrauch in der Praxis weiter bearbeitet. Das Resultat war eine sehr gute Uebereinstimmung mit meinen Erfahrungen aus der Praxis, und so bin ich für den ziemlich bedeutenden Arbeitsaufwand zu den obigen Berechnungen reichlich und für lange Zeit belohnt durch eine klare Uebersicht über diesen Theil der mechanischen Wärmetheorie, wie ich sie in Büchern mit hunderten schöner Formeln nicht erreichen konnte.

Ferner führt ein Resultat aus obiger Berechnung, nämlich, dass innere Wärme frei wird während der Compression des Dampfes und gebunden während der Expansion, zu dem positiven Beweis, dass die Anwendung des Dampfmantels um einen arbeitenden Dampfcylinder, selbst beim höchsten Expansionsgrade, ein Irrthum ist. Wenigstens ist die bisherige Begründung seiner Existenz hiermit umgestossen, und da viele andere Gründe ganz entschieden dagegen sprechen, während die Praxis die Berechtigung seiner Existenz noch gar nicht einmal annähernd bewiesen hat, so liegt es sehr nahe, ein für alle Mal statt des Dampfmantels eine gute Umhüllung des Cylinders anzurathen.

Die Gase des Hohofens und der Generatoren.

Von **Th. Feller.**

(Vorgetragen in der Sitzung des Bezirksvereines an der niederen Ruhr vom 29. October 1876.)

Die im Laufe der letzten Jahrzehnte in der Hohofentechnik gemachten Fortschritte beruhen zu einem grossen Theile auf der Erkenntniss der Wichtigkeit, welche die Thätigkeit des im Gestelle dieser Apparate entstehenden Gasstromes hat. Während auf die Gewichtseinheit Roheisen meist höchstens bis zu $1\frac{1}{2}$ Gewichts-

ZEITSCHRIFT
DES
VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE.

1877. **Band XXI. Heft 9.** **Septemberheft.**

Abhandlungen.

Gesundheitsschädliche Einflüsse in Fabriken und speciell in einzelnen Zweigen der Industrie, sowie deren Bekämpfung.

Von Dr. **Schaal.**

(Vorgetragen in der Sitzung des Bergischen Bezirksvereines vom 1. Mai 1871.)

Die rasche Entwickelung der Industrie bringt es mit sich, dass nicht nur äussere Verletzungen durch Maschinen, Hitze und Chemikalien häufiger vorkommen, sondern auch dass oft plötzlich Krankheitserscheinungen auftreten, die früher nicht beobachtet wurden, da häufig die Producte, welche diese Missstände verursachen, noch gar nicht existirten, oder doch nicht in solchen Massen hergestellt und verbraucht wurden. Es ist deshalb Pflicht der leitenden Kräfte solcher Geschäfte, besonders wo ärztliche Hilfe fern ist, sich mit dem Nothwendigsten einzurichten und vertraut zu machen, um bei den gewöhnlichen Unfällen sofort helfend eingreifen zu können; denn in den meisten Fällen ist die erste Hilfe auch die wirksamste. Bei der Einführung neuer, besonders chemischer Fabrikationszweige aber sollten die Directoren um so mehr darüber wachen, dass bei eintretenden Missständen auch sofort die nöthige Abhilfe gebracht wird. Es giebt Schädlichkeiten, welche allen Fabriken und gemeinschaftlichen Arbeitsräumen mehr oder weniger anhaften, und ich habe hiermit versucht, soweit eine siebenjährige praktische Erfahrung reicht, zunächst diese aufzudecken und sodann noch auf einzelne Fabrikationszweige speciell einzugehen.

Der Arbeiter wohnt und speist in den meisten Fällen ausserhalb der Fabrik; es kommen somit im Wesentlichen nur Arbeitsräume, Luft, Wasser und Aborte in Betracht.

Arbeitsräume.

Die Anforderungen an die Arbeitsräume sind genügend bekannt; sie sollen geräumig, reinlich, gut erwärmt, hell und gut ventilirt sein.

Besonders wichtig ist in geschlossenen Räumen die

Ventilation,

da sich in einem Raume, in welchem viele Menschen athmen und oft noch viele Gasflammen brennen, Massen von Kohlensäure bilden, die ihr Vorhandensein durch Kopfschmerz und grosse Aufregung kund thun. Die atmosphärische Luft besteht aus $\frac{4}{5}$ Stickstoff und $\frac{1}{5}$ Sauerstoff; Kohlensäure ist derselben zu 4 bis 8, im Mittel zu 5 Zehntausendstel an Raumtheilen beigemischt. Nun kommen aber noch hinzu wechselnde Mengen Wasserdampf, Gase, flüchtige organische und anorganische Materien, Riechstoffe, besonders auch Staubtheile. Diese letzteren sind organischen und anorganischen Ursprunges und stets von Pilzsporen begleitet, welche ihrerseits wieder Fäulniss und Gährung erregen und je nach der Species zu bestimmten Krankheiten Veranlassung geben können.

Wird mit giftigen Stoffen gearbeitet, so muss man auch noch die Wirkung des Giftstaubes in Betracht ziehen.

Wenn nun, wie erwiesen, die ausgeathmete Luft 3 bis 8 pCt. Kohlensäure enthält (im Mittel sind es 4,3 pCt., und der Grenzwerth bei normaler Athmung ist 3,3 bis 5,5 pCt.), so ist klar, dass bald genug ein Moment eintritt, in welchem die Kohlensäure im Raume ebenso reichlich wie in der ausgeathmeten Luft vorhanden ist, besonders wenn in dem unventilirten Raume noch viele Gasflammen brennen. Es würde in diesem Falle Kohlensäure ins Blut überfliessen und rascher oder langsamer seine schädlichen Wirkungen äussern. Luft mit über 8 pCt. Kohlensäure eingeathmet wirkt ziemlich rasch tödtlich. Frische Luft ist bei solchen Vergiftungen das beste Gegenmittel. Die Annahme, dass, so lange eine Kerze brenne, der Mensch auch athmen könne, ist falsch, da eine Kerze noch bei 50 pCt. Kohlensäure brennt.

In Höhlen, auf Schiffen, in Gruben oder in sonstigen schlecht ventilirbaren Räumen könnte man durch Auf-

stellen von flachen Gefässen mit feuchtem abgelöschten Kalkpulver sehr leicht die Kohlensäure und sonstige flüchtige Säuren wegnehmen, da Aetzkalk ¾ seines Gewichtes Kohlensäure bindet. Ammoniak und ähnliche alkalische Gase könnten durch verdünnte Schwefelsäure, mit der man Asbest oder Bimstein tränkt, weggenommen werden. Zur Aufsaugung sonstiger Gase und flüchtiger Stoffe kann in vielen Fällen frisch ausgeglühte Holzkohle, sowie zur Zerstörung organischer Stoffe das Aufstellen von Chlorkalk dienen.

Wird erst einmal die Beleuchtung durch elektrisches Licht, ähnlich wie jetzt durch Gas, von einem gemeinsamen Etablissement aus eingeführt sein, so fallen auch manche Gefahren hinweg, welche jetzt das Leuchtgas mit sich bringt.

Gegen das Einathmen von Staubtheilen, die durch ihre Anhäufung in der Lunge deren wirksame Oberfläche verringern und die je nach ihrem Ursprunge auch mehr oder weniger nachtheilig sind, schützt man sich am besten durch Verbinden des Mundes und der Nase mit einem mit Wasser oder Glycerin angefeuchteten Schwamme.

Auch ein Uebermass von Wasserdampf ist nachtheilig: in russischen Dampfbädern ist das Athmen sehr erschwert, und ist es bei 33° R. kaum auszuhalten; während man in trockener Luft eine Temperatur von 50 bis 60° R. leicht ertragen kann.

Trinkwasser.

Das Trinkwasser sollte immer von Zeit zu Zeit chemisch untersucht werden, da auch ein ursprünglich gutes Wasser durch Verschiebung des Gesteins und nach erfolgter Sättigung des Bodens durch Infiltration von Jauche und gewerblichen Abfallstoffen verändert und verunreinigt werden kann. Schlechtes Wasser kann Veranlassung zu Darmkatarrh, Ruhr, Scrophulose, Blutarmuth, Scorbut und Kröpfen geben.

Dass eine Untersuchung auch bei Wasser, das seinem Ursprung nach rein sein sollte, nöthig ist, mag folgendes Beispiel zeigen. Vor einiger Zeit wurde von einem grösseren Etablissement ein Wasserwerk mit Stolln und Schacht angelegt. Der Stolln war in den Berg eingetrieben; der Schacht war durch Felsen durchgebrochen und in ziemlicher Entfernung vom Flusse. Häuser waren nicht in der Nähe. Der Lagerung des Gesteines nach war ein Eindringen von Flusswasser in den Schacht nicht vorauszusetzen, und es wurde auch nichts wahrgenommen. Das Wasser wurde, bevor es zur Verwendung kam, chemisch untersucht und für gut ausgegeben, worauf es denn allgemein als Trinkwasser in Gebrauch kam. Nach einiger Zeit stellte sich nun vielfach Durchfall ein, der übrigens auch sonst verbreitet war und durch eine Gabe gebrannter Magnesia gehoben wurde. Als sich aber noch Leibschmerzen, Hautausschlag und geschwollene Gesichter einstellten, untersuchte ich das fragliche Wasser und fand Schwefelwasserstoff und Arsenik darin. Natürlich wurde sofort das Wasser abgesperrt, und die Sache ging ohne schlimme Folgen ab. Eine neue Probe Wasser direct aus dem Schachte war ganz rein; während zu gleicher Zeit die Pumpe arsenhaltiges Wasser förderte. Um nun hierüber ins Klare zu kommen, wurde eine verstopfte Flasche im Schachte versenkt, der Stopfen mit einer Schnur abgezogen, und so eine Flasche mit Wasser aus dem Grunde und eine andere von oben aus dem Schachte gefüllt. Ersteres Wasser enthielt wieder Arsenik; letzteres war rein. Es muss somit durch irgend eine Ritze im Boden des Schachtes arsenhaltiges Wasser eingedrungen sein, welches sofort durch die Pumpe entfernt wurde, während das oben aus dem Stolln zufliessende Wasser rein war.

Aborte.

Ebenso sehr wie Luft und Wasser kommen bei der Gesundheitspflege in Fabriken die Aborte in Betracht.

Zum Sammeln der Fäcalmassen werden hier meines Wissens in Fabriken überall Gruben angewandt, die cementirt sein sollen; ob sie aber wasserdicht sind und bleiben, wird wol kaum untersucht. Es ist so die Gefahr, durch Infiltration von Jauche den Untergrund und das Trinkwasser zu vergiften, eine sehr grosse.

Fässer von Eisen, in doppelter Zahl, mit einem oder zwei verschliessbaren Mannlöchern, in welche die Abtrittschläuche einmünden, wären entschieden, wo der Raum eine An- und Abfuhr gestattet, mehr zu empfehlen. Die Fässer wären so hoch zu stellen, dass sie direct auf den Wagen gerollt werden könnten.

Wie nun auch die Reservoirs sein mögen, in allen Fällen ist, besonders im Sommer, eine Desinfection sehr nöthig; es werden eben die Gährung und Fäulniss, welche bei Winterkälte ruhen, durch die Wärme besonders zwischen 20 und 30° C., sehr begünstigt, und durch die Massen der Arbeiter, die oft in einem einzelnen Geschäfte thätig sind, und die oft in den verschiedensten Orten wohnen, ist die Gefahr, eine Krankheit einzuschleppen und wieder weiter zu verbreiten, eine sehr grosse. Es ist dies besonders beim Beginn des orientalischen Krieges, der wol sicher von Seuchen begleitet sein wird, zu beherzigen. Krankheiten, die ihre Brutstätte zum Theil in den Aborten haben, sind: Cholera, Ruhr und Typhus.

Bekannte Desinfectionsmittel sind: Eisenvitriol mit und ohne Carbolsäure. Der Vitriol wird erst in heissem Wasser gelöst und in die Grube gegossen. Nebenbei kann man im Raume selbst ein Gefäss mit Chlorkalk aufstellen. Um den Geruch wegzunehmen, wird eine Mischung von 100 Theilen grobpulverigem Kalk mit 15 Theilen Holzkohle empfohlen.

Ich selbst habe in einer Fabrik, welche über 100 Arbeiter beschäftigte, und deren Abtritt einen ekelerregenden Geruch verbreitete, da die Gährung durch die grosse Wärme des Raumes noch begünstigt wurde, wöchentlich etwa 50^k pulverförmigen abgelöschten Kalk in die Grube bringen lassen und fand von da ab den Geruch fast verschwunden. Es ist auch klar, denn ätzende Alkalien tödten die Organismen, welche Gährung

und unter Umständen auch Krankheiten erzeugen, auch binden sie die flüchtigen Säuren und führen Ammoniak in salpetrige und Salpeter-Säure über, wodurch der Dünger, wie auch schon durch den Kalk selbst, erhöhten Werth bekommt.

Die Chinesen sollen schon längst dem Dünger „gebrannte Erde“ zusetzen, um seinen Werth zu erhöhen.

Ob nun Eisenvitriol zur Desinfection besser als Kalk ist, wage ich nicht zu entscheiden; jedenfalls ist der Dünger mit Eisenvitriol weniger werth als der mit Kalk, da die löslichen Eisensalze für die Pflanzen schädlich sind. —

Ich gehe nun über zu einzelnen mir bekannten Fabrikationszweigen und kann zunächst die Seifen-, Glycerin- und Stearin-Fabrikation, sowie die Türkischroth-Färberei als sehr gesunde Industriezweige bezeichnen. Gegen Erkältungen, veranlasst durch ziemlich grosse Temperaturdifferenzen, kann man sich durch geeignete Kleidung schützen. Es kommen, wie überall, wo gekocht wird, zuweilen Brandwunden, auch leichte Aetzungen der Augen durch alkalische Laugen vor; doch sind diese Aetzungen meist ungefährlich, weil, wo kaustische Alkalien verbraucht werden, sie meist nur verdünnt zur Anwendung kommen; und so kann ich wenigstens in $2\frac{1}{2}$ Jahren von keinem Unfall berichten.

Häufigere Unfälle treten bei der

Fuchsinfabrikation

auf, besonders wenn mit Arsensäure gearbeitet wird.

Fuchsin wird erhalten durch Zusammenschmelzen von Anilin mit Arsensäure, bis die Masse Kupferglanz zeigt. Neuerdings wird es auch ohne Arsensäure aus Anilin und Nitrobenzol dargestellt. Die aus der Schmelze frei werdenden Anilindämpfe werden durch einen Kühlapparat wieder verdichtet. Diese Dämpfe sind nun äusserst lästig; bei Undichtigkeit der Apparate, bei schlechter Abkühlung, beim Entleeren der Kessel treten, wenn die Ventilation mangelhaft ist, zuweilen bei den Arbeitern Uebelkeit und förmlicher Katzenjammer auf; es sollen sogar schon Krämpfe vorgekommen sein. Ich selbst habe einige Fälle beobachtet, die ich näher beschreiben will.

Ein Arbeiter hatte über die Mittagsstunde in einem über den Schmelzkesseln gelegenen Raume geschlafen; er war daselbst natürlich den Dämpfen in erhöhtem Masse ausgesetzt und erwachte denn auch im Zustande des grössten Katzenjammers. Die Lippen waren blau, das Gesicht eingefallen und blass; er konnte kaum mehr stehen und fühlte grosse Uebelkeit. Es war mir nun aus der Giftlehre bekannt, dass wohl Anilin giftig ist, nicht aber seine Salze; ich liess ihn deshalb etwas verdünnten Essig trinken, etwas Essigdampf einathmen, sich mit etwas Essig waschen, schwarzen Kaffee trinken und an die Luft gehen, worauf er sich bald wohler fühlte.

Ein anderer Arbeiter hatte sich mit Anilin übergossen; er suchte bei Ofenwärme die Kleider zu trocknen, was natürlich nur unvollständig gelang, da Anilinöl erst bei 180 bis 200° C. siedet.

Am anderen Tage kam er in denselben Kleidern zur Arbeit und fühlte sich sehr unwohl. Es ist nun möglich, dass in diesem Falle die schwache durch die Körperwärme verursachte Verdunstung und Einathmung von Anilin, oder die directe Wirkung auf die Haut das Uebelsein verursachte, vielleicht auch beide zusammen. Ich halte für wahrscheinlicher, dass das Unwohlsein infolge der Wirkung des Anilins auf die Haut eintrat, da der Arbeiter an die Dämpfe ziemlich gewöhnt war. Waschen des Leibes und der Kleider mit Essig und Wasser, Trinken und Einathmen von Essig führten auch ihn bald wieder zum Wohlsein.

Eine andere Gefahr in diesem Zweige bringt der massenweise verbrauchte Arsenik, welcher flüssig in Form von Arsensäure angewendet wird, um durch Abgabe von Sauerstoff das Anilinöl in Fuchsin überzuführen. Der fertige Farbstoff enthält gehörig gereinigt keinen Arsenik mehr, wohl aber sind die Arbeiter bei den verschiedenen Operationen der Einwirkung des Giftes mehr oder weniger ausgesetzt.

Eine gefährliche Vergiftung habe ich, trotzdem centnerweise jeden Tag Arsenik verbraucht wurde, nicht constatiren können; nur leichte Grade, mit Leibschmerz und Durchfall, welche durch kleine Gaben Eisenoxydlösung gehoben wurden. Ohne Zweifel gewöhnen sich die Leute an den Arsenik, denn manche Arbeiter waren über 6 Jahre dort beschäftigt, ohne sich belästigt zu fühlen. Derselbe Fall der Angewöhnung an Arsenik ist bekannt bei Mithridates. Schlimmer ist die Wirkung auf die äusseren Bedeckungen. Wer die Arbeiter in Fuchsinfabriken besichtigt, wird sehr häufig verbundene Finger finden, zumal im Winter; denn die leichteste Verletzung, sei es nur auch etwas gesprungene Haut, giebt Veranlassung zu Eiterung; die Wunden vergrössern sich, wenn das Gift nicht sorgfältig abgehalten wird, bis sich die Leute durch Aussetzen der Arbeit dem Reize des Giftes auf einige Zeit entziehen.

An den Füssen und Geschlechtstheilen tritt dasselbe auch gern auf; zumal beobachtete ich es öfters an der Ferse, wo es durch das Reiben der Holzschuhe veranlasst wird. Ich habe schon Wunden bis zur Grösse eines Zweimark-Stückes und ziemlich tief eingefressen an der Ferse beobachtet und fand schliesslich durch Versuche an mir selbst ein probates Mittel zur raschen Heilung.

Ohne Zweifel infolge von Einsaugung arsenhaltiger Laugen durch den Stiefel hatte ich an der Zehe heftige Schmerzen bekommen, nach einigen Tagen zeigte sich schwarzer Eiter in der Tiefe, der durch Oeffnen des Eitercanals entfernt wurde. Die kleine Wunde wurde dreimal täglich ausgewaschen, mit Oel verbunden, heilte aber nicht und war immer sehr empfindlich, bis ich schliesslich, um dies zu ändern, durch Tannin und Oel die Haut gerbte. Nach einigen Tagen war die Wunde geheilt. Dasselbe zeigte sich bei einem Arbeiter mit einer tiefen Wunde in der Ferse, der am Arbeiten blieb und rascher als ein anderer im Krankenhause geheilt wurde. Die Wunden wurden zwei- bis dreimal mit

warmem Wasser gut gewaschen, etwas Tannin eingestreut, ein Lappen mit Oel darüber gelegt und verbunden. Bei heftig blutenden Wunden stillt Tannin, das, um nicht weggespült zu werden, auf einen Oellappen gestreut ist, das Blut auch sehr rasch, da es das Eiweiss im Blut zum Gerinnen bringt.

Bei wunden Füssen durch Schwitzen, beim Wolf und Hämorrhoiden wirken Waschungen mit tanninhaltigem Wasser ganz ausgezeichnet. Bei Verbrennungen durch arsenhaltige Laugen, die öfters vorkommen, ist es sehr wesentlich, die Haut so gut wie möglich zu erhalten, um das Eindringen des Arsens in die Wunden zu verhindern. Es ist dies nicht immer leicht, da die gesättigten Laugen sich häufig auf der Haut harzig verdicken. In solchen Fällen wurde mit warmem Wasser, Spiritus und einem weichen Schwamme rasch und rein abgewaschen, und wenn und wo die Haut noch erhalten war, mit Collodium bestrichen.

Es wurden stets $\frac{1}{2}$ bis 1^k Collodium vorräthig gehalten und direct mit Aether und Weingeist so weit verdünnt, dass es wie warmes Oel floss und dann 5 bis 10 Theile Oel auf 1 Theil Collodium zugegeben. Das Oel macht das Collodium etwas elastisch, wodurch es auf der Haut weniger leicht reisst. Ich habe Collodium bei allen Verbrennungen, so lange die Haut erhalten war, mit Vortheil angewendet; es kann bei kleinen Partien mit einer Feder, bei grossen, um rascher zu arbeiten, mit der Hand auf die trockene Haut aufgetragen werden; es darf übrigens nicht auf einmal zu dick aufgebracht werden, weil es sonst schlecht trocknet; auch darf nicht gerieben werden, weil man sonst die gebildete Collodiumhaut abschält. Momentan schmerzt es sehr, der Schmerz lässt jedoch bald nach; auch kann man einen mit Collodium eingepinselten Körpertheil mit kaltem Wasser abkühlen, ohne das Collodium abzulösen. Stösst sich die Collodiumhaut ab, so lange die verbrannte Stelle noch empfindlich ist, so streicht man wieder Collodium darüber und man wird in den meisten Fällen ohne Blasen und Wunden abkommen. Das Collodium ist brennbar, es ist deshalb beim Auftragen das Licht fern zu halten.

Bei Verbrennungen, welche direct Wunden oder Blasen zur Folge hatten, wandte ich die bekannte Mischung von gleichen Theilen Kalkwasser und Leinöl auf Leinwand an.

Sehr gefährlich kann Arsenik werden, wenn er in saurer Lösung mit Metallen, besonders Eisen und Zink, zusammen kommt, da sich hierbei das sehr giftige Arsenwasserstoffgas bildet. Es lässt sich dieses Gas allerdings durch den knoblauchartigen Geruch erkennen, vielleicht aber schon zu spät, da eine einzige Blase reines Gas eingeathmet tödtlich wirken kann. Ich hatte Gelegenheit, einen Arbeiter, der eine Pumpe mit Salzsäure von Fuchsintheilen befreien wollte, noch zur rechten Zeit zu entfernen. Arsenwasserstoff bildet sich ferner, wenn arsenhaltige Theile mit faulenden Stoffen zusammenkommen. Aus einer bedeckten Düngergrube entwickelte sich ein äusserst starker Knoblauchgeruch; ein Zusatz von Kalkmilch und Chlorkalk zerstörte direct das Gas, welches sich aus Arsenkalk gebildet hatte, der in der Nähe abgelagert war und hineinfiel.

Alizarinfabrikation.

Die Fabrikation von Alizarin, die in wenigen Jahren eine so grosse Ausdehnung gewonnen hat, bietet mancherlei Beachtenswerthes.

Es werden hierzu die stärksten chemischen Agentien: Schwefelsäure, kaustisches Natron, chromsaures Kali, Salzsäure und zwar in grossen Massen verwendet; es wird bei hohen Temperaturen gearbeitet, und so kann es auch nicht ausbleiben, dass zuweilen Beschädigungen vorkommen.

Die Reinigung des rohen Anthracens schon ist besonders im Sommer, sehr lästig, da sich die Haut, namentlich im Sonnenlichte, stark entzündet, abschuppt und oft heftig schmerzt. Grosse Hüte, reinliches Waschen nach der Arbeit, Abends Einreibungen mit Glycerin sind hierbei günstig. Vor der unangenehmen betäubenden Wirkung des Benzols kann man sich durch gute Abkühlung bei der Destillation und durch gute Ventilation schützen. Feuersgefahr oder Explosionen verhindert man durch vollständigen Abschluss von Licht und Feuer.

Ferner lästig sind bei dieser Fabrikation die Dämpfe der rauchenden Schwefelsäure und der schwefligen Säure; letztere tritt als Nebenproduct hierbei auf. Gute Ventilation hilft zwar viel, aber reicht nicht aus. Ein erprobtes Mittel, sich vor solchen Dämpfen zu schützen, ist es, einen feuchten Schwamm mit einem Gummiband über Mund und Nase zu befestigen. Wenn dies nicht ausreicht, so streut man noch etwas gebrannte Magnesia auf den Schwamm. Die Augen schützt man durch eine eng anschliessende Brille.

Kommt englische oder rauchende Schwefelsäure auf die Haut, so ist es am besten, sie mit einem trockenen Tuche abzureiben, oder aber mit Massen von Wasser auf einmal abzuwaschen, um die grosse Erhitzung, die stets beim Mischen mit Wasser eintritt, zu verhindern. Bei starker rauchender Schwefelsäure tritt meist starke Eiterung ein, und die Wunden heilen schlecht.

Noch unangenehmer als die Säuren wirken äusserlich das kaustische Natron und die bei der Herstellung der Chromsäure angewandte Mischung. Das Aetznatron löst die Haut auf, dringt in die Tiefe; und so traf ich bei meinem Eintritt in die Alizarinbranche sechs und mehr Arbeiter, die zu gleicher Zeit von eiternden und geschwollenen Händen litten. Oeffnen des Eiterherdes mit dem Messer, Auswaschen und Behandlung der reinen Wunde mit Tannin, zuweilen auch blos Oel oder Höllenstein half immer. Fast ganz beseitigt wurde dieses Uebel durch die Anwendung einer Mischung von Paraffin, Oel und Petroleum, welche ich von da an regelmässig an die Gesunden zum Einschmieren der Hände vertheilte.

Verletzungen der Augen durch Hineinspritzen kamen sehr oft vor, da die Arbeiter die Schutzbrillen nicht

gern trugen. Für solche Fälle hielt ich immer einige feine Schwämmchen vorräthig, die sorgfältig von Sand befreit und mit Salzsäure und Wasser gewaschen wurden. Nach jedesmaligem Gebrauch wurden sie in verdünnte Natronlauge gelegt und wieder mit Wasser gewaschen.

Ausserdem war stets eine Spritzflasche mit kaltem Wasser und eine mit $\frac{1}{4}$procentiger Essigsäure vorräthig. Trat ein Unfall ein, so wurde je nach dem Fall das Auge gereinigt, sei es durch vorsichtigen Gebrauch des Schwammes und Abspritzen mit Wasser und der verdünnten Essigsäure, um rasch das Alkali zu neutralisiren, oder auch einfach mit Wasser.

Es wurde bei dieser Einrichtung, obgleich einige sehr bedenkliche Fälle vorkamen, kein Arbeiter in 3 Jahren dauernd an den Augen beschädigt.

Die eintretende Entzündung des Auges wurde durch häufiges Waschen mit kaltem Wasser, Umschläge mit Bleiwasser, zuweilen auch durch Anwendung einer etwas Quecksilberoxyd enthaltenden Salbe beseitigt. Schlimmere Fälle wurden selbstverständlich dem Arzte überwiesen.

Eine Verbrennung sehr schlimmer Art erlitt ein Arbeiter, der sich im Fallen Kopf, Arme, Schulter, Rücken und Bein mit heisser starker Natronlauge übergoss. Zur Hilfe gerufen liess ich sofort die Kleider abreissen und wusch ihn mit verdünnter Essigsäure und Wasser ab; hierauf wurde er mit einem weichen Tuch sorgfältig abgetrocknet, überall wo sich geröthete Partien zeigten, mit Collodium stark und wiederholt eingeschmiert, und zuletzt wurde der eine Arm, dessen Haut vollständig zerstört war, mit Leinöl und Kalkwasser verbunden und der Mann ins Krankenhaus geschickt, wo er nach etwa 4 Monaten wieder hergestellt wurde. An den mit Collodium behandelten Stellen trat keine Blasenbildung ein, sonst wäre der Mann ohne Zweifel gestorben. —

Eine kleine Beobachtung, die vielleicht für Manchen Werth hat, füge ich noch bei.

Während meiner neunjährigen Praxis als Apotheker hörte ich oft klagen, dass Kuhmilch von schwachen Magen nicht ertragen werde. Dieses Uebel habe ich bei mir damit beseitigt, dass ich vor oder nach dem Genuss der Milch etwas Salz auf Brod ass. Sonst verursachte ein Glas Milch bei mir Durchfall, mit Salz ertrug ich gut ein Liter.

Expansionsvorrichtung für Ventilsteuerung bei Fördermaschinen.

Von **W. Gerhard** auf Grube Dudweiler.

(Hierzu Tafel XXI.)

Die in Fig. 1, Taf. XXI, gezeichnete Expansionsvorrichtung besteht im Wesentlichen darin, dass ausser den gewöhnlichen Steuerventilen noch zwei weitere Ventile in Anwendung kommen, welche die Expansion bewirken. Diese Expansionsventile sitzen entweder in einem gemeinschaftlichen Ventilkasten, in welchen der frische Dampf von unten, zwischen den Ventilen hindurch, einströmt, wie in der Zeichnung angegeben, oder sie sind getrennt von einander und mit den beiderseitigen Ein- und Auslassventilen zu zwei Gruppen vereinigt. In beiden Fällen wird durch die Wände des Einströmungscanals der Raum unter den Expansionsventilen abgetrennt, so dass jedes seinen besonderen Ausgang erhält, welcher mit dem Raume über dem entsprechenden Dampfeinlassventile communicirt.

Das Oeffnen und Schliessen der Expansionsventile erfolgt in gleicher Weise wie bei den Steuerventilen durch ein besonderes Excentrik, welches rechtwinklig zu dem Excentrik für die Steuerventile steht und ohne Coulisse auf den Hebel der Hebedaumenwelle *a* wirkt. Letztere ist nicht wie bei den Steuerventilen in feststehenden Achsenständern verlagert, sondern es sind die Ständer nach unten verlängert und durch ein oder zwei Querhäupter zu einem festen Rahmen verbunden, welcher in Führungsbuchsen oder Lagern an den Seiten des Ventilkastens derartig geführt wird, dass er in verticaler Richtung um den doppelten Hub der Expansionsventile leicht verschiebbar ist.

Die Ständer ruhen ferner vermittelst zweier Gleitstücke *b* auf zwei keilförmigen Schiebern *c*, welche ihrerseits auf den festen Supports *d* liegen und in horizontaler Führung gehen.

Das Gewicht des Achsenhalterrahmens mit Zubehör wird durch ein an dem doppelarmigen Hebel *e* wirkendes Gewicht ausgeglichen, so dass die Schieber *c* sich gleich schwer vor- oder zurückschieben lassen. Die Führung muss also ähnlich wie an einem Drehbanksupport zum Umgreifen eingerichtet sein.

Werden nun die Schieber *c* vor- oder zurückgeschoben, so wird der Achsenhalterrahmen nebst der Daumenwelle *a* entsprechend auf- oder niedergehen. Der Drehpunkt für die Hebedaumen für die Expansionsventile kann also in gewissen Grenzen beliebig in verticaler Richtung verändert werden, wodurch das frühere oder spätere Oeffnen und Schliessen dieser Ventile bewirkt wird.

Das Verschieben der Schieber *c* erfolgt:

1) Seitens des Maschinisten von dessen Standpunkt am Umsteuerhebel aus durch den zweiten Handhebel *f*, die Zugstangen *g* und *h* und die Hebel *i* und *k*. Diese Hebel sitzen auf der gemeinschaftlichen Achse *l* für beide Cylinder.

2) Seitens der Maschine selbstthätig, indem das Stirnrad *m*, in welches der Riegel des Handhebels *f* greift, in der Richtung des Pfeiles gedreht wird und den Handhebel *f* mitnimmt. Die Drehung des Rades *m* erfolgt durch ein mit demselben auf einer gemeinschaftlichen Achse festsitzendes Frictionsrad *n* und den hin-

und hergehenden Hebel o vermittelst der Klaue p. Der Hebel o wird durch einen Krummzapfen r mit verstellbarer Warze, welcher auf einer verlängerten Achse der Hebedaumen für die Steuer- oder Expansionsventile festsitzt, hin- und hergeschoben. Der Grad der Drehung des Rades m wird durch die verstellbare Warze des Krummzapfens r regulirt.

Bei Beginn der Fahrt hebt der Wärter den Riegel des Hebels f aus den Zähnen des Stirnrades m, legt den Hebel so weit vor, dass die Expansionsventile den zum Anheben nöthigen Dampfzufluss gestatten und lässt auf dieser Stelle den Riegel wieder eingreifen. Die Expansionsventile werden sich dann bei jeder Maschinenumdrehung der veränderten Seillast entsprechend früher schliessen bis zum Ende der Fahrt, wobei der Wärter zu jeder Zeit den Handhebel f auslösen und, wenn nöthig, von Hand dirigiren kann.

Das Heben und Senken der Hebedaumenachse a bewirkt, wie schon bemerkt, das frühere oder spätere Oeffnen und Schliessen der Expansionsventile und zwar von Null bis zu voller Cylinderfüllung. Die Expansionsventile müssen bei voller Füllung den doppelten Hub machen und dem entsprechend etwas länger geführt sein als die Steuerventile. Bei dem tiefsten Stande (Null-Füllung) bleiben beide Expansionsventile geschlossen, wobei die Heblinge in den Schlitzen der Ventilstangen frei auf- und niedergehen, ohne dieselben nach oben oder unten zu berühren. Der Schlitz muss also ebenfalls länger sein als bei den Steuerventilen.

Betrachtet man nun die Wirkung dieser Expansionsvorrichtung, so fällt zuerst der durch den Raum zwischen Expansionsventil und Einlassventil vergrösserte schädliche Raum auf. Der Verlust hierdurch ist aber nicht gross, weil dieser Raum niemals mit dem geöffneten Dampfauslassventil in Verbindung kommt und immer mit Dampf von derjenigen Spannung gefüllt bleibt, welche bei Schluss des Dampfeinlassventils im Cylinder noch vorhanden war. Bei dem Kolbenrückgange füllt sich dieser Raum bei Oeffnung des Expansionsventils wieder mit Dampf gleich der Kesselspannung, so dass bei Beginn des Kolbenweges volle Kesselspannung frei auf das Ventil wirkt. Schliesst sich das Expansionsventil, so wird der cubische Raum des expandirenden Dampfes vergrössert um den Raum zwischen diesem und dem Einlassventil, und dadurch die mittlere Expansionsspannung erhöht.

Dieser Dampf übt also auch beinahe seine volle Kraft aus, und man wird hierbei etwas geringere Cylinderfüllungen nöthig haben als ohne diesen Raum, welcher eigentlich nur als eine Fortsetzung des Dampfzuleitungsrohres zu betrachten ist.

Der etwaige Einwand, dass sich die Expansionsventile nicht rasch genug schliessen, wird durch die aufgenommenen Diagramme widerlegt. Auch hat die Erfahrung gelehrt, dass man freifallende Ventile durch Luftbuffer u. s. w. am zu raschen Niedergehen hindern muss, wodurch genau dasselbe eintritt, was hier auf einfache Weise und viel sicherer durch den Niedergang der Ventile mit den Heblingen erreicht wird. D[illegible] tile schliessen sich immer noch rasch genug, [illegible] ein Drosseln des Dampfes nicht stattfindet.

Die beschriebene Expansionsvorrichtung is[illegible] ersten Male versuchsweise an einer neuen Zwi[illegible] Fördermaschine für den Schacht No. 1 der königl. kohlengrube Jägersfreude bei Saarbrücken ausg[illegible] seit Juli 1876 dauernd im Betriebe und bewähr[illegible] ganz gut. Die Dimensionen dieser Fördermaschine

Kolbenhub	
Durchmesser der Dampfcylinder	
- - der cylindrischen Seilkörbe .	
Seilgeschwindigkeit pro Secunde . . .	6 b[illegible]
Förderlast an Kohlen	
Zukünftige Förderteufe	[illegible]
Gegenwärtige Förderteufe	
Dampfspannung in den Kesseln	
concessionirte	6 [illegible]
gewöhnliche	4 [illegible]

Das Gewicht des Förderseiles übt auf die Masc[illegible] bei 200^{m} Teufe eine Kraft von $500 \,.\, 1{,}5 = 750^{mk}$ [illegible] so dass gegen Ende des Treibens die Maschinenleist[illegible] Null wird.

An dieser Maschine sind vermittelst eines Richard[illegible] schen Indicators Versuche angestellt, und die Result[illegible] in den Diagrammen auf Taf. XXI dargestellt, aus den die Wirkungsweise der Expansionsvorrichtung klar he[illegible] vorgeht.

Diagramm No. 1 wurde bei Förderung von 50[illegible] Wasser aus 87^{m} Teufe abgenommen; die schrägen Lini[illegible] stellen die entsprechenden Oeffnungen der Expansion[illegible] ventile in wirklicher Grösse dar, sowie die Curven a, b, [illegible] diejenige des Dampfeinlassventils. Der Zeichenstift de[illegible] betreffenden Indicators war dabei mit der Ventilstange in Verbindung gebracht.

Die Veränderung des Expansionsgrades erfolgte bei 7 Umdrehungen durch den Selbstgang; der Handhebel wurde dann ausgelöst und bei den beiden letzten Umdrehungen von Hand der nöthige Dampfzufluss gegeben, wie die untere schräge Schleife darstellt.

Da wo die schrägen Linien die Nulllinien treffen, findet der Abschluss der Expansionsventile statt, und auf dem Rückgange beginnt hier die Eröffnung derselben wieder.

Das Diagramm No. V giebt die eigentlichen Expansionswirkungen durch die Angabe der wirksamen Spannung im Cylinder an. Dieses Diagramm ist ebenfalls bei der Förderung von Wasser und Veränderung des Expansionsgrades durch den Selbstgang abgenommen, aber nicht gleichzeitig mit dem Diagramm No. I, weil nur ein Indicator zur Verfügung stand.

Das Diagramm No. II ist nur aufgenommen, um den Gang der Expansionsventile bei nahe vollen Cylinderfüllungen darzustellen, und musste nach zwei Umdrehungen der Dampfzufluss schnell vermindert werden, weil die Maschine in zu raschen Gang kam. Der Selbstgang wurde hierbei nicht benutzt.

Fig. 1a bis 1c Längenprofil
Massstab für die Längen 1/2000
Massstab für die Höhen 1/500

Fig. 1a.

Horizontale am Mundloch des Alvensleben-Stollen.

Fig. 1b.

Horizontale

Drahtseilbahn bei Grube Harzberg.

Fig. 1c.

Horizontale

Fig. 2 Grundriss.
Massstab. 1/6000.

Anfangspunkt der Drahtseilbahn.
Maschinenhaus auf Grube Harzberg

Drahtseilbahn

Die Drahtseilbahnen nach Bleichert's System auf den Fr. Krupp'schen Werken.

Die Drahtseilbahnen nach Bleichert's System auf den Fr. Krupp'schen Werken.

Förderwagen der Drahtseilbahn bei Grube Harzberg

Fig. 1 bis 3.

1/16 nat. Grösse

Fig. 1.

Fig. 2.

Laufseil

Zugseil

Fig. 3.

Drahtseilbahn bei Bahnhof Stockhausen

Fig. 4 u. 5.

Massstab 1:1000. zu Fig. 4 u. 5.

10 5 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 Meter

Fig. 4. Langenprofil.

Horizontal 1:75 Laufdrähte 1:19,7 Entladestation Beladestation Nächster Wasserstand Die Lahn Horizontale.

Fig. 5. Situationsplan.

Bahnhof Stockhausen Entladestation Feldweg Grundeigenthum Förstliches Gewerkschaftliches Eigenthum Leinpfad Lahnbett. Lahn. Die Erz-Lagerplatz. Belade-Weiche. Weg. Bach.

Königl. Hof-Lith. v. Hermann Veit Burgstr. 6. Berlin C.

Die Diagramme No. III und IV sind in derselben Weise mit Selbstgang bei Kohlen- und Bergeförderung abgenommen, wobei die Dampfspannung in den Kesseln etwas geringer war.

Diagramm No. IV ist ein mittleres aus einem Treiben, wobei die Maschine, mit einem schweren Bergewagen belastet, etwas langsam ging.

No. VII ist wieder ein solches mit selbstthätiger Veränderung der Expansion, No. VIII ist ein mittleres Diagramm bei Kohlenförderung.

Auffallend ist der hohe schädliche Gegendruck, welcher jedoch durch die verhältnissmässig lange und gekrümmte Ausblasleitung, die in einen Vorwärmer geführt wird, zu erklären ist. Auch dürften die Auslassventile etwas klein gewählt sein und sich zu wenig heben. Geht dagegen die Maschine etwas langsamer, so wird der Gegendruck geringer.

Bei einer zweiten gegenwärtig in Ausführung begriffenen sehr grossen Fördermaschine wird der Ventilkasten aus zwei Theilen so hergestellt, dass jeder Theil ein Expansions-, ein Dampfeinlass- und ein Dampfauslassventil enthält. Die Dampfzuleitung ist für jede Seite des Ventilkastens besonders angeordnet, und sind beide durch Wände gänzlich von einander abgeschlossen, um keine Verdichtungen zwischen den Ventilkastenhälften nöthig zu haben.

Soll die gewöhnliche Anordnung der Coulisse beibehalten werden, so wird die bei derartig grossen Maschinen theoretisch nöthige Voreilung mit Hilfe des Expansionsexcentriks auch erreicht, wenn dieses nicht in der Richtung des Krummzapfens, sondern in entgegengesetzter Richtung aufgekeilt wird, und die richtige Bewegung der Expansionsventile durch Umschaltung erfolgt. Letztere wird dann dadurch bewirkt, dass entweder der Hebel auf der Hebedaumenwelle nach oben gestellt oder ein Doppelhebel eingeschaltet wird. Der Schleifbogen ist hierbei in einer Schlinge aufgehängt, welche unten von der Stange des Expansionsexcentrik gefasst und hin- und hergeschoben wird. Der Stütz- und Drehpunkt der Schwinge ist so gelegt, dass derselbe mit dem Drehpunkte des Schleifbogens und mit dem Angriffspunkte der Excentrikstange in richtigem Verhältniss, etwa 1 : 4 oder 1 : 5 steht.

Das Steuerexcentrik wird genau rechtwinklig zum Krummzapfen aufgekeilt, und seine Stange fasst den Schleifbogen ebenfalls unten, so dass der Drehpunkt desselben in gleicher Weise hin- und herbewegt wird, als ob zwei auf Voreilung gestellte Excentriks den Schleifbogen unten und oben fassten.

Bei grossen Maschinen, wo die Wellenlänge bedeutend ins Gewicht fällt, wird diese Anordnung jedenfalls von Vortheil sein.

Es sind daher mit der beschriebenen, mir patentirten Expansionsvorrichtung alle die Bedingungen erfüllt, welche bei Fördermaschinen an die Ventilsteuerung mit Expansion gestellt werden; die Expansion ist selbstthätig variabel, kann vom Maschinenwärter, auch während des Ganges der Maschine beliebig gestellt und von demselben in jedem Augenblicke aufgehoben werden, dabei ist die Construction der Expansionsvorrichtung einfach und die Ausführung der einzelnen Theile in solider Weise möglich, so dass dieselben gleiche Dauer wie die übrigen Maschinentheile versprechen.

Die Drahtseilbahnen, System Bleichert, auf den Fr. Krupp'schen Werken.

(Hierzu Blatt 9 und 10.)

Welche grosse Bedeutung die Drahtseilbahnen für die verschiedensten Zweige der Industrie, speciell aber für die Montanindustrie, haben, dürfte heute selbst von Vielen anerkannt werden, die früher entschiedene Gegner dieses Transportsystems waren und an einer praktischen Einführung desselben zweifelten. Wenn man bedenkt, unter welchen schwierigen Verhältnissen sehr oft die Massentransporte der Rohmaterialien bei unserer Montanindustrie zu bewirken sind, welche bedeutende Kosten im Laufe eines Betriebsjahres dafür verausgabt werden müssen, und wie ungemein diese die Fabrikation selbst belasten, so wird man gewiss ein Fördersystem mit Interesse begrüssen müssen, welches, fast vollständig unabhängig von dem Terrain, Flüsse, tiefe Thäler u. s. w. ohne jede Schwierigkeit und ohne kostspielige Bauten überschreitet, und vor Allem in den meisten Fällen mit so geringen Betriebsausgaben arbeitet, dass die Ersparnisse an Transportkosten ganz bedeutende sind, und so die Fabrikation dadurch nicht unwesentlich entlastet. Um so mehr verdient dasselbe aber gerade in jetziger Zeit Beachtung, wo die Industrie so schwer danieder liegt.

Thatsächlich haben denn auch die Drahtseilbahnen nach dem System des Ingenieur Adolf Bleichert in Leipzig ausser auf den Fr. Krupp'schen Werken im Lahnrevier, mehrfach anderweitig Eingang gefunden. Wie uns vorliegende Mittheilungen zeigen, sind von dem genannten Ingenieur allein in den letzten zwei Jahren über dreissig verschiedene grössere und kleinere derartige Anlagen, theilweise unter den schwierigsten Verhältnissen, zur Ausführung gebracht worden.

In dem Nachfolgenden wollen wir unter Vorführung einiger Details die Beschreibung der Drahtseilbahnen geben, welche auf den Krupp'schen Werken nach dem Bleichert'schen System ausgeführt sind.

Die Drahtseilbahn auf Grube Harzberg bei Oberlahr.

Es ist diese Anlage bestimmt, die auf der Grube „Harzberg" geförderten Eisensteine (Braun- und Spatheisenstein) nach einem an der Chaussee von Horhausen nach Flammersfeld belegenen Lagerplatz zu transportiren, von wo aus dann die Weiterbeförderung der Erze theils

durch eine Strassenlocomotive, theils durch Fuhrwerke erfolgt.

Die Lage der Bahnlinie ist aus dem beigefügten Situationsplan und der Profilzeichnung auf Blatt 9 ersichtlich, wo des mangelnden Raumes wegen das Längenprofil in drei Theilen gegeben ist.

Die Bahn beginnt in der Nähe der Röstöfen auf Grube Harzberg und zwar etwa 3^m unter der Sohle der Röstöfen, um die Erze bequem in die Füllrümpfe für die Wagen der Drahtseilbahn einstürzen zu können, und führt von da auf eine Länge von 275^m annähernd horizontal in gerader Richtung. Dann bricht sich die Bahnlinie in einem Winkel von 143°, überschreitet mit geringem Gefälle die nach Oberlahr führende Strasse, kurz hinter dieser den Wiedbach, und erstreckt sich nun, ziemlich horizontal weiter führend, durch das schmale Wiedbachthal, überschreitet den Wiedbach zum zweiten Male und führt von hier aus stark ansteigend bis zu der unmittelbar vor der Chaussee belegenen Endstation, indem sie sich schliesslich 18^m über den Ausgangspunkt erhebt.

Die ganze Länge der Bahnlinie beträgt $2\,150^m$, die grösste Steigung der Laufbahn, kurz vor der Entladestation 1 : 9. Fast auf der ganzen Länge ist die Bahn so hoch angeordnet, dass das Bebauen und Abernten der überschrittenen Felder und Wiesen nicht beeinträchtigt wird.

Die eigentliche Laufbahn für die Transportwagen wird bei dieser Anlage aus zwei parallel neben einander gespannten Drahtseilen von 25 und 28^{mm} Durchm. gebildet, welche in einer Entfernung von $1^m,75$ von einander auf hölzerne Unterstützungen gelagert sind. Diese Drahtseile zeigen eine eigenthümliche Construction; sie sind nicht wie die Drahtseile gewöhnlicher Ausführung aus einzelnen Litzen, die um eine Hanfseele gedreht sind, hergestellt, sondern bestehen aus einer Anzahl ziemlich starker Drähte aus bestem Holzkohleneisen, welche einfach mit wechselseitigem Drall um einander gelegt sind und zwar so, dass in der Mitte des Seiles sich ein Draht befindet, um diesen nach rechts gewunden 6 Drähte, darüber nach links 12 Drähte und um diese schliesslich wieder rechts noch 18 Drähte gewunden, so dass also das ganze Seil aus 37 Drähten besteht. Bei dem stärkeren Seil von 28^{mm} Durchm. beträgt die Drahtstärke 4^{mm} und die Bruchbelastung $30\,225^k$; bei dem schwächeren haben die Drähte einen Durchmesser von $3^{mm},6$ und ist die Bruchbelastung desselben $23\,140^k$, eine Bruchfestigkeit von 65^k pro Quadratmillimeter vorausgesetzt.

Wie diese Zahlen zeigen, haben Seile dieser Construction im Verhältniss zu ihrem Durchmesser eine bedeutende absolute Festigkeit; ausserdem bieten dieselben aber noch den Vortheil, dass ihre Oberfläche fast rund und vollständig glatt ist, so dass sich die Transportwagen auf denselben ganz ruhig bewegen.

Um die Seile gegen Rost zu schützen, sind sie mit einem öligen Ueberzuge versehen, der die kleinen Zwischenräume, die sich zwischen den einzelnen Drähten noch bilden, vollständig ausfüllt und so ein Eindringen der Feuchtigkeit abhält.

Diese Laufseile sind an dem einen Endpunkt der Bahn und zwar an der Beladestelle fest verankert und an dem anderen durch Kuppelungen mit starken Ketten verbunden, welche über Rollen geführt und durch angehängte Gewichte belastet sind. Die Spannung, welche die beiden Laufseile durch diese Gewichte erhalten, beträgt für das stärkere Seil $5\,000^k$, für das schwächere $4\,000^k$, was also ungefähr einer sechsfachen Sicherheit entspricht.

Wie bereits erwähnt, geschieht die Unterstützung dieser Laufseile auf der eigentlichen Bahnstrecke durch gewöhnliche hölzerne, runde Säulen, welche an ihrem oberen Ende, mittelst zweier eiserner Console verbunden, ein horizontales Holmstück tragen. An den Enden dieses Holmstückes befinden sich kleine eiserne Lager mit schmiedeeisernen Rollen, in denen die Seile ruhen und sich leicht hin und her bewegen können. Es tritt dieser Fall bei jedem Temperaturwechsel ein, infolge dessen sich die Laufseile zusammenziehen oder sich ausdehnen, die über Rollen geführten Spanngewichte sich also heben oder senken. Dieser Unterstützungen sind auf der ganzen Bahnlinie 108 Stück vorhanden, und zwar stehen dieselben fast durchgängig in gleichmässigen Entfernungen von 20^m, nur an einzelnen Stellen wurde der Abstand bis auf 24^m vergrössert. Die freie Höhe der Unterstützungen variirt zwischen $1^m,8$ und $8^m,25$, je nach dem Terrain; auf dem grössten Theil der Linie beträgt dieselbe 5^m, eine Höhe, bei welcher der freie Verkehr unterhalb der Bahn nicht behindert wird.

Diese so ausgespannten Laufseile bilden nun die Laufbahn für die kleinen Transportwagen und zwar derartig, dass auf dem stärkeren Seile die gefüllten Wagen von der Belade- zur Entladestation, auf dem schwächeren in entgegengesetzter Richtung die leeren Wagen sich bewegen.

Die Construction der Transportwagen, wie solche für die beschriebene Anlage in Anwendung gebracht wurde, ist aus Fig. 1 bis 3, Blatt 10 ersichtlich, und hat sich in jeder Beziehung gut bewährt. Die Wagen sind auf einen Nettoinhalt von 1^{hl} = rund 200^k Eisenstein berechnet, das Eigengewicht des Wagens beträgt etwa 115^k, so dass also das Gesammtgewicht eines beladenen Wagens auf rund 315^k anzunehmen ist. Der Wagen ist vollständig von Eisen construirt, nur ist in dem Blechkasten, welcher zur Aufnahme des Fördermaterials dient, ein Holzboden eingelegt, lediglich um den Boden des Blechkastens beim Beladen der Wagen gegen Beschädigung durch die einfallenden schweren Stücke Eisenstein zu schützen. Die Aufhängung des Blechkastens in dem eisernen Gehänge des Wagens ist eine sehr praktische; derselbe dreht sich um zwei Zapfen und lässt sich durch einfaches Lösen eines Versicherungsringes sofort mit grösster Leichtigkeit entladen.

Zu beachten ist ferner noch an dem Wagen die eigenthümliche Verbindung des eigentlichen Wagen-

gehänges mit der oberen gusseisernen Traverse, welche die beiden gussstählernen Laufzapfen mit den Hartgussrädern trägt. Diese Verbindung wird durch ein Scharnierstück bewirkt, so dass also die beiden Laufräder ganz unabhängig von dem Wagen, der stets in der Schwerpunktsaxe hängt, sich der jemaligen Neigung der Laufseile anpassen können.

Das Fortbewegen der Wagen wird durch ein besonderes Drahtseil, das Zugseil, bewirkt, ein Seil ohne Ende, welches an den beiden Endpunkten der Bahn über horizontale Seilscheiben geführt wird. Die eine dieser Seilscheiben, die Antriebsscheibe, befindet sich an der Beladestation, hat einen Durchmesser von $2^m,5$ und wird durch eine Locomobile in Bewegung gesetzt. Die Peripherie dieser Seilscheibe ist mit einer Einlage von Hirnleder versehen, um eine grössere Reibung zu erreichen; der Antrieb von der Locomobile auf diese Scheibe erfolgt durch ein conisches Rädervorgelege von 15 zu 80 Zähnen.

An der Endstation befindet sich zur Umführung des Zugseiles eine horizontale Seilscheibe von nur $1^m,75$ Durchm.; diese Scheibe ist auf einem eisernen Schlitten gelagert, welcher sich in einer langen gusseisernen prismatisch ausgehobelten Führungsplatte vor und zurück bewegen kann, und an einer über Rollen geführten Kette das Spanngewicht trägt.

Das Zugseil mit einem Durchmesser von 12^{mm} besteht aus 6 Litzen zu je vier Drähten und einer inneren Hanfseele und ist aus Tiegelgussstahl-Drähten angefertigt, so dass dasselbe eine Bruchbelastung von etwa 6300^k hat. Das Spanngewicht für dieses Seil beträgt 750^k, und, da sich dasselbe auf zwei Seilenden vertheilt, die dadurch dem Zugseil ertheilte Spannung 375^k. Ebenso wie die Laufseile ist auch das Zugseil mit einem Ueberzuge versehen, welcher die Zwischenräume zwischen den einzelnen Litzen vollständig ausfüllt und so jede schädliche Einwirkung von Feuchtigkeit u. s. w. fernhält.

Die stehende Welle mit der Antriebs-Seilscheibe von $2^m,5$ Durchm. soll bei normalem Betriebe $9\frac{1}{2}$ bis 10 Umgänge pro Minute machen, was einer Seilgeschwindigkeit von $1^m,25$ bis $1^m,30$ pro Secunde entspricht.

Die Anzahl der Förderwagen, einschliesslich einiger Reservewagen, beträgt bei dieser Anlage 50 Stück; von diesen befinden sich bei normalem Betriebe etwa 42 auf der Bahnlinie vertheilt und zwar in Entfernungen von etwa 95^m. Obige Geschwindigkeit von $1^m,3$ pro Secunde vorausgesetzt, folgen sich also die Wagen in Intervallen von etwa 73 Secunden, und ergiebt sich daraus eine stündliche Leistung von 50 Wagen zu 200^k $= 10000^k$. Diese Leistung könnte selbstredend durch Erhöhung der Zugseilgeschwindigkeit einerseits, sowie durch Einstellung einer grösseren Anzahl Wagen andererseits noch erheblich vergrössert werden.

Die Verbindung der Wagen mit dem Zugseil wird mittelst einer Vorrichtung, den sogenannten Kuppelungsapparat, bewirkt, welcher an dem Wagen angebracht ist. Derselbe trägt eine kleine verticale Leitrolle, in welche sich das Zugseil, sobald der Wagen an der Endstation von der Weiche auf das Laufseil tritt, einlegt. Soll nun der Wagen mit dem Zugseil gekuppelt werden, so hat der betreffende Arbeiter nur nöthig, einen seitlich am Kuppelungsapparat befindlichen Hebel mit der Hand zurückzuschlagen; es wird dadurch auf das in der Leitrolle des Apparates liegende Zugseil ein kleiner gusseiserner, excentrisch geformter Körper, geschoben, der sofort ein Einklemmen des Seiles und somit ein Fortführen des Wagens bewirkt. Das Entkuppeln des Wagens vom Seil geschieht selbstthätig, und wird kurz vor jeder Endstation durch einen daselbst angebrachten Ausrücker bewirkt, der die Auslösung des kleinen Excentrik vom Seil wieder veranlasst und somit die Verbindung des Zugseils mit dem Wagen löst.

Das Ueberführen der Wagen von dem einen Laufseil auf das andere wird an den Endstationen durch sogenannte Weichenschienen bewirkt. Es sind dies nach einem besonderen Profil gewalzte Flacheisenschienen mit halbrund geformtem Kopf, welche in Entfernungen von $2^m,5$ bis $3^m,0$ durch hölzerne Gestelle getragen werden. Diese Schienen bewirken die Verbindung des einen Laufseiles mit dem anderen. Um ein bequemes Ablaufen bezw. Auflaufen der Wagen von den Seilen auf die Weichen und umgekehrt zu ermöglichen, laufen die Weichenschienen an den Anschlussenden in Zungenspitzen aus, mit denen sie sich eng an die Laufseile anschliessen.

Sowol das Beladen als auch das Entladen der Wagen wird bewirkt, wenn sich dieselben auf den Weichenschienen befinden; letztere haben deshalb auch, namentlich an der Entladestation, eine bedeutende Ausdehnung erhalten, um das Entladen der Wagen auf lange Strecken zu ermöglichen. Wie schon erwähnt, führt die Drahtseilbahn bis unmittelbar zur Chaussee, und erstreckt sich an diesem Endpunkt, von der Drahtseilbahn rechtwinklig abzweigend und parallel der Chaussee eine 70^m lange Weiche, so dass die auf der Chaussee ankommenden Fuhrwerke direct von der etwa 4^m höher gelegenen Weiche der Drahtseilbahn beladen werden können.

Um ein regelmässiges Fortarbeiten der Drahtseilbahn nicht zu hindern, falls die Fuhrwerke, welche die Erze weiter transportiren, nicht rechtzeitig genug eintreffen, ist auf der einen Seite der Weiche und in der ganzen Länge derselben eine Absturzbühne eingerichtet, welche sich $2^m,5$ vom Erdboden entfernt befindet, und auf welche dann die Drahtseilbahnwagen ihren Inhalt abstürzen. Diese Bühne ist gross genug, die ganze Förderung von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Tagen, also 3000 bis 4000 Ctr. aufnehmen zu können.

Das Beladen der Seilbahnwagen bei Grube Harzberg erfolgt mittelst einer Anzahl Füllrümpfe, welche in der Richtung der Weiche und unmittelbar neben dieser aufgestellt sind. Diese Rümpfe, deren Oberkante in der Höhe der Röstofensohle angelegt ist, werden durch kleine Wagen gefüllt, welche die Erze von den Lagerplätzen neben den Röstöfen entnehmen. An ihrem unteren Ende tragen diese Füllrümpfe einen Auslauf, welcher durch einen Blechschieber verschlossen wird

und durch einfaches Oeffnen desselben das Erz an den untergeschobenen Wagen abgiebt. Bemerkenswerth dürfte noch die Construction der Schieberverschlüsse an den Füllrümpfen sein; diese Schieber, welche durch ein Gegengewicht abbalancirt sind und durch einen Hebel seitens des Arbeiters mit Leichtigkeit geöffnet und geschlossen werden können, bewegen sich beim Oeffnen nach unten. Es wird durch diese Anordnung einem Festklemmen der Schieber beim Schliessen vorgebeugt, da der sich schliessende Schieber die event. sich vorlegenden Stücke Eisenstein mit Leichtigkeit seitlich oder nach oben verdrängt. Das Füllen der kleinen Drahtseilbahnwagen geht so bequem und schnell von statten, dass in wenigen Secunden diese Manipulation beendet ist.

Wie schon am Anfang der Beschreibung erwähnt wurde, bildet die Bahnlinie, ungefähr 275^{m} von der Beladestation entfernt, einen Winkel von 143^{0}. Ein steil abfallender, über 60^{m} hoher Bergrücken, welcher eine gerade Verbindung der beiden Endstationen verhinderte, machte diese gebrochene Bahnlinie nöthig.

Da sowol die Laufseile als auch das Zugseil von der Anfangs- bis zur Endstation aus einem Ganzen bestehen, wurde an dem Bruchpunkt, der sogen. Curve, ein besonderes Gestell erforderlich für die zur Abführung der Seile nöthigen Leitrollen u. s. w. Zur Lagerung der beiden Laufseile sind an diesem Curvengestell zwei starke, eigenthümlich geformte Gusskörper angebracht, an deren äusserer Peripherie, in einem grossen Radius angeordnet, eine Anzahl eng neben einander stehender kleiner Messingrollen sich befindet. Um diese Messingrollen ist das Laufseil geführt, das sich in diesen Rollen beliebig hin und her bewegen kann. Zur Abführung des Zugseiles sind nur einfache, horizontale Seilrollen von 0^{m},6 Durchm. vorhanden, ausserdem noch zu beiden Seiten jeder dieser Rollen je eine kleine verticale Leitrolle, um ein Ablaufen des Seiles aus den horizontalen Scheiben zu verhindern.

Zur Ueberführung der Wagen von dem einen Seilende auf das andere sind hier wieder kurze Weichenschienen angebracht; der ankommende Wagen entkuppelt sich also kurz vor der Curve, wird alsdann durch einen Arbeiter auf die Weichenschiene, um die Curve herum, und wieder auf das andere Ende des Laufseiles geführt, und hier aufs Neue mit dem Zugseil gekuppelt.

Der ganze Betrieb bei dieser Drahtseilbahn ist ein sehr einfacher. Nachdem beispielsweise an der Beladestation ein leerer Wagen den kurz vor dieser Station befindlichen Ausrücker passirt hat, sich also vom Zugseil abkuppelt, wird derselbe von dem daselbst stationirten Arbeiter von dem Laufseile ab und auf die Weiche bis zu den Füllrümpfen geführt, hier gefüllt und dann weiter auf die entgegengesetzte Seite der Weiche bis zum anderen Laufseil geschoben. Hier angekommen, wartet der Arbeiter, bis der vorhergehende Wagen eine gewisse Entfernung (95^{m}) erreicht hat und kuppelt nun seinen Wagen in der bereits oben beschriebenen Weise mit dem Zugseil. Er erwartet dann einen zweiten leeren Wagen und wiederholt dieselbe Manipulation.

In gleicher Weise gestaltet sich der Betrieb an der Entladestation; hier kommen die beladenen Wagen in denselben gleichmässigen Intervallen an, entkuppeln sich selbstthätig, werden auf die Weiche geschoben und hier an einer beliebigen Stelle entleert; dann weiter geführt bis zum zweiten Laufseil, wird der Wagen mit dem Zugseil aufs Neue gekuppelt.

Da die Wagen sowol an der Belade-, als auch an der Entladestation stets in ganz regelmässigen Intervallen eintreffen, so werden auch die Manipulationen der betreffenden Arbeiter an den Endstationen vollständig gleiche und regelmässige sein müssen; es lässt sich infolge dessen auch die Bedienung der ganzen Anlage mit verhältnissmässig wenig Arbeitskräften durchführen, ganz abgesehen von den sonstigen Vortheilen, welche ein so absolut regelmässiger Betrieb bietet. So sind für den Betrieb dieser Bahnanlage im Ganzen nur 5 Mann benöthigt, und zwar je ein Mann an der Belade- und Curvenstation, sowie an der Entladestation wegen der sehr langen Absturzweichen drei Mann.

Die zum Betriebe der Anlage erforderliche Betriebskraft ist trotz einer Steigung der Bahnlinie von über 18^{m} überraschend gering und beträgt nach wiederholt vorgenommenen Ermittelungen noch nicht 3 Pferdest. Zum Antrieb ist an der Beladestation eine 8pferdige Locomobile aufgestellt, und es genügt bei dieser schon eine Dampfspannung von $2\frac{1}{2}$ Atm., um die Bahn arbeiten zu lassen. Von der Dampfmaschine der Locomobile aus ist noch eine directe Rohrleitung nach der stationären Kesselanlage der Grube geführt, und wird deshalb der Locomobilkessel auch nur in besonderen Fällen angeheizt.

Sowol an der Curven-, als auch an jeder Endstation sind zur Verständigung der einzelnen Arbeiter grosse Signalglocken angebracht, welche mittelst einer 3^{mm},5 starken und durch Gewichte in Spannung gehaltenen Drahtleitung durch einfachen Zug in Bewegung gesetzt werden können.

Die Anlage wurde im Winter 1875 auf 1876 gebaut und befindet sich seit Frühjahr 1876 im Betrieb.

Die Drahtseilbahn bei Bahnhof Stockhausen.

Eine zweite Drahtseilbahnanlage gleichfalls zum Eisensteintransport gelangte im vergangenen Herbst zur Ausführung. Dieselbe führt in gerader Linie von dem bei dem Dorfe Tiefenbach dicht an der Lahn belegenen Eisenstein-Lagerplatz der dortigen Gruben nach einem Verladegleis des Bahnhofes Stockhausen der Nassauischen Eisenbahn, wo der geförderte Eisenstein direct in die Eisenbahnwaggons verladen wird.

Bis zum Anfange des vorigen Jahres bestand auf dieser Linie eine grosse hölzerne Ueberbrückung, welche in etwa 7^{m} Höhe horizontal durch das ganze Lahnthal führte; auf dieser wurden die Erze durch Arbeiter in grossen Transportwagen auf Schienengleisen bis zum Bahnhof Stockhausen gebracht und daselbst in die Waggons abgestürzt. Der grosse Sturm im März vorigen Jahres zerstörte diese Brücke total, und man beschloss, an deren Stelle eine Drahtseilbahn zu errichten, welche

nach den inzwischen bei der Harzberger Linie gemachten Erfahrungen sowol hinsichtlich der Anlage, als auch der Förderkosten bedeutende Ersparnisse gegen die frühere Transportweise bieten musste.

Wie aus der beigegebenen Profilzeichnung, Fig. 4, Blatt 10, zu ersehen, hat die Bahnlinie eine anfängliche Steigung von 1 : 10,7 und geht dann annähernd horizontal bis zur Entladestation. Kurz hinter der Beladestation überschreitet die Bahn den Lahnfluss und durchschneidet dann in einer Höhe von 6 bis 8^m das ganze Lahnthal. Die Gesammtlänge der Bahnlinie beträgt 325^m. Die allgemeinen Anordnungen der Anlage sind hier in der Hauptsache nach den gleichen Principien wie bei der soeben beschriebenen Harzberger Linie getroffen, nur in einzelnen Details finden sich Abweichungen, die in Folgendem näher hervorgehoben werden sollen.

Die eigentliche Laufbahn für die Wagen ist bei dieser Anlage aus Rundeisen von 26 und 30^{mm} Durchm. hergestellt. Es sind diese Rundeisenstangen aus einzelnen, kürzeren Stäben bis zur Länge von etwa 50^m an Ort und Stelle zusammengeschweisst und alsdann durch besondere stählerne Kuppelungen zu der erforderlichen Länge verbunden, welche nur einen wenig grösseren Durchmesser als das Rundeisen haben und daher von den Wagen ohne jeden Stoss überschritten werden. Diese beiden Rundeisenstangen, die Laufdrähte, sind in gleicher Weise verankert und mit Spanngewichten verbunden, wie bereits oben beschrieben.

Die Entfernung der Unterstützungen für diese Laufdrähte beträgt hier durchgängig etwa $24^m,25$, so dass sich auf der ganzen Bahnlinie, ausser den vier Stützen an der Endstation, nur elf Unterstützungen befinden. Die Transportwagen haben die gleichen Dimensionen wie auf der Harzberger Linie, nur folgen sich dieselben hier schon in Entfernungen von 60^m. Da die normale Geschwindigkeit des Zugseiles $1^m,33$ pro Secunde beträgt, so treffen die Wagen an den Endstationen in Intervallen von je 45 Secunden ein, was demnach einer stündlichen Förderung von 80 Wagen zu 4 Ctr. im Ganzen 320 Ctr. entspricht.

Die Verbindung des Zugseiles mit dem Wagen wird gleichfalls durch einen an dem Wagen angebrachten Kuppelungsapparat bewirkt, jedoch ist dieser nach einem anderen Princip construirt als bei der zuerst beschriebenen Anlage. Das Zugseil ist hier in den Entfernungen, in denen sich die Wagen folgen sollen, also etwa 60^m, mit Knoten in Form kleiner auf das Seil geschobener stählerner Muffen versehen, durch welche die Verbindung bewirkt wird. Sobald nämlich eine derartige Muffe des sich continuirlich bewegenden Zugseiles an dem zum Abgange bereit stehenden Wagen ankommt, tritt diese Muffe, indem sie eine bewegliche Falle selbstthätig aushebt, in den Apparat; die Falle schliesst sich nach Eintritt der Muffe augenblicklich, und der Wagen ist sicher mit dem Zugseil gekuppelt. Das Lösen des Wagens vom Zugseil erfolgt an der Endstation gleichfalls durch einen Ausrücker, der den oberen Theil des Apparates aushebt und dadurch die Muffe des Zugseiles frei macht. Bei diesem Apparat ist also sowol das Kuppeln als auch das Entkuppeln vom Zugseil vollständig selbstthätig und vom Arbeiter unabhängig gemacht; es empfiehlt sich jedoch, den Wagen, sobald die Muffe in die Nähe desselben kommt, etwas in Bewegung zu setzen, um dem Stoss zu begegnen, welchen der im Stillstand befindliche Wagen beim Einkuppeln der Muffe des sich schnell bewegenden Zugseiles erhalten würde.

Das Zugseil hat einen Durchmesser von 12^{mm} und besteht aus 42 Drähten von bestem Holzkohleneisen; die Bruchbelastung desselben beträgt etwa 3000^k, während die durch das Spanngewicht ertheilte Anspannung sich auf 300^k stellt.

Das Beladen der Förderwagen wird hier nicht durch Füllreservoire mit Schieberverschlüssen, sondern durch Handarbeit bewirkt. Der Erzlagerplatz befindet sich unmittelbar neben der über 20^m langen Beladeweiche, und ist von dieser durch eine $1^m,25$ hohe Mauer getrennt. Auf der Oberkante dieser Mauer, dem Niveau des Erzlagerplatzes, sind dicht neben einander 24 hölzerne offene Fülltrichter, sogenannte Schnauzen, angebracht und so angeordnet, dass in dieselben geworfene Erze direct in die Kasten der untergeschobenen Seilbahnwagen fallen. Die mit dem Beladen der Wagen beschäftigten Arbeiter haben also nur die Eisensteine von dem Lagerplatz diesen Fülltrichtern zuzuschaufeln, welche dann das Ueberführen in die Wagen vermitteln.

Das Entladen der Wagen geschieht, wie bereits oben gesagt, direct in die Eisenbahnwaggons. Es ist hier die Entladeweiche $4^m,8$ über Schienenoberkante der Eisenbahn und so lang angeordnet, dass zwei Eisenbahnwaggons zu gleicher Zeit beladen werden können. Das Ueberführen der ausgestürzten Erze in die Waggons wird durch hölzerne, mit Blech ausgeschlagene Schurren bewirkt, welche mittelst kleiner Winden beliebig gehoben und gesenkt werden können. Für jeden zu beladenden Waggon sind zwei dieser Schurren vorhanden.

Zur Bedienung dieser Anlage sind bei flottem Betriebe, ausser den Arbeitern zum Füllen der Wagen, in Anbetracht der langen Weichen an den Endstationen vier Mann nöthig und zwar je zwei Mann an der Belade- und Entladestation. Die erforderliche Betriebskraft beträgt 1 bis $1\frac{1}{2}$ Pferdest.; dieselbe wurde bis jetzt einer vorhandenen 10pferdigen Locomobile entnommen, die jedoch durch eine kleine Maschine ersetzt werden soll. —

Eine dritte Drahtseilbahn-Anlage wurde während dieses Winters auf den Krupp'schen Gruben in Spanien, in der Nähe von Bilbao, aufgestellt und vor einigen Monaten dem Betriebe übergeben. — Bei dieser Anlage, welche für eine tägliche Förderung von 500^t Eisenstein construirt ist, haben die Laufseile eine Neigung von 1 : $3\frac{1}{2}$. Wir hoffen später in der Lage zu sein, ausführliche Details auch über diese höchst interessante Anlage zu bringen. H. G.

Neuere Luftmaschinen.

Von Dr. **Albert Wüst**.

(Vorgetragen in der Sitzung des Thüringer Bezirksvereines vom 18. April 1877.)

Für kleine Kräfte werden jetzt da, wo man weder Wind, Wasser noch Leuchtgas zur Verfügung hat, mit Vorliebe Luftmaschinen statt kleiner Dampfmaschinen angewandt, weil sie bei etwa gleichen Betriebskosten ungefährlicher sind als Dampfmaschinen.

Die zur Zeit in Deutschland gebräuchlichen Luftmaschinen zerfallen in offene und geschlossene.

Bei den offenen Luftmaschinen mit geschlossener Feuerung wird durch die in einem geschlossenen Ofen unter Druck erzeugten Verbrennungsgase ein Kolben in einem einfachwirkenden Cylinder bewegt, und gleichzeitig dem Feuer comprimirte Luft zugeführt, während das Reguliren der Maschine durch Auslassen von comprimirter Luft erzielt wird.

Es ist als Vorzug dieser offenen Luftmaschinen zu betrachten, dass man 1) kein Kühlwasser braucht; 2) ohne Schornstein arbeiten; 3) nicht leicht einzelne Theile verbrennen und 4) aus den angeführten Gründen fahrbare Luftmaschinen herstellen kann.

Diesen bedeutenden Vorzügen stehen zwei Nachtheile entgegen, welche bisher die allgemeinere Einführung dieser Maschinen unmöglich machten, nämlich: 1) die Verunreinigung des Cylinders durch Russ und 2) das Heisswerden der Zu- und Auslassventile, welches den dichten Abschluss derselben verhindert.

Vor einigen Jahren fingen Holldorf & Brückner in Wien an, eine derartige Luftmaschine zu bauen, bei welcher der Kolben durch die warme Luft in einem stehenden Cylinder niedergedrückt wurde und dabei aus dem unteren Cylinderende Luft in den Feuerraum presste, während die Uebertragung auf die Kurbelwelle durch einen unter dem Cylinder liegenden Balancier erfolgte. Da die Fabrikanten die Maschine nicht mehr liefern, so scheint sie sich nicht bewährt zu haben; nichts desto weniger wird in Wien von Julius Hock & Co. eine Maschine nach demselben Princip, aber in veränderter und verbesserter Form gebaut. Auf einem geschlossenen Feuerraume steht der Arbeitscylinder, auf welchem die Kurbelwelle mit zwei Schwungrädern gelagert ist, während die Luftpumpe, deren Kolben mit dem Arbeitskolben ein Stück bildet, oberhalb der Kurbelwelle angebracht ist, und die Kurbelstange nicht direct vom Arbeitskolben, sondern erst vom Kolben der Luftpumpe aus bewegt wird. Die in der Pumpe comprimirte Luft geht zuerst um den Feuerraum herum und tritt vorgewärmt in das Coksfeuer ein, unterhält die Verbrennung und tritt dann stark erhitzt durch ein Ventil in den Cylinder, schiebt den Kolben in die Höhe und entweicht beim Kolbenniedergange durch ein zweites Ventil in einen Schornstein. Das Aufwärtsschieben des Kolbens, der beim Rückgange zur Bewegung der Kurbelwelle beiträgt, gestattet ohne übermässig schwere Schwungräder eine ziemlich gleichmässige Bewegung, und dadurch, dass man die Kolbendichtung am höchsten Punkte des hohlen Kolbens hat, wird eine Verunreinigung derselben durch Asche und Copkstheilchen möglichst vermieden. Aber trotzdem wird ein häufiges Neuverpacken und Reinigen des Cylinders nöthig sein, denn bei geschlossenen Luftmaschinen, die mit reiner Luft und mit der Packung in einem gekühlten Cylinder arbeiten, wird schon mindestens alle 3 Wochen von den Fabrikanten eine Reinigung empfohlen. Zum Zweck der Cylinderreinigung und Kolbenverpackung wird der mit einer einzigen Schraube befestigte hohle Theil des Kolbens vom oberen Theile gelöst, der Aufsatz auf dem Cylinder, welcher die ganze Luftpumpe, die Kurbelwelle mit Schwungrädern, dem Excentrik u. s. w. enthält, losgeschraubt, durch zwei Druckschrauben gehoben und dann mittelst der beiden Schwungräder nach der Seite hin auf Bohlen weggerollt, um nun die Reinigung und Verpackung vornehmen zu können. Dieses umständliche Verfahren beim Oeffnen des Cylinders ist jedenfalls ein sehr grosser Uebelstand, welcher zusammen mit der starken Erhitzung der Ventile (Verfasser sah einen auf das Ventilgehäuse fallenden Oeltropfen sich entzünden) und den daraus erwachsenden Undichtheiten geeignet sein dürfte, oft Betriebsstörungen herbeizuführen.

Indicatordiagramme dieser Maschine sind nicht zu bekommen gewesen, es kann deswegen auch nicht angegeben werden, mit welchem Drucke die Maschine arbeitet. Nach Bremsversuchen von Prof. Jenny in Wien war der Kohlenverbrauch pro Pferdestärke und Stunde $4^k,2$ Coks.

Viel verbreiteter als die offenen Luftmaschinen sind die gleichfalls einfach wirkenden geschlossenen, bei welchen gewöhnlich ein langer Cylinder mit seinem geschlossenen Ende im Feuer liegt, während er vom offenen Ende her auf eine gewisse Länge durch einen Wassermantel gekühlt wird. Im kalten Cylinderende bewegt sich der Arbeitskolben, und zwischen ihm und dem warmen Cylinderende ein hohler nicht dicht schliessender Kolben, der „Verdränger“. Bei einer im Gange befindlichen geschlossenen Luftmaschine wird zunächst die kalte Luft zwischen Kolben und Verdränger comprimirt, dann durch eine Vorwärtsbewegung des Verdrängers an das warme Cylinderende gebracht und erhitzt, wobei sie sich ausdehnt und den Arbeitskolben vorwärtsschiebt. Gegen Ende des Hubes bringt der Verdränger die warme Luft wieder zwischen sich und den Arbeitskolben, und während sie dabei den engen Raum zwischen dem Verdränger und dem gekühlten Cylinderende passirt, wird sie soweit abgekühlt, dass das Spiel von neuem beginnen kann.

Gegenüber den offenen Luftmaschinen haben die geschlossenen noch folgende Vorzüge: 1) Die Kolbendichtung liegt in einem von innen nicht verunreinigten

und gut gekühlten Cylinder; 2) Ventile sind nicht vorhanden, man hat deswegen geräuschlosen Gang.

Dagegen sind die Nachtheile: 1) Der grosse Bedarf an Kühlwasser; 2) der erforderliche, ziemlich hohe Schornstein; 3) die Möglichkeit, den Feuertopf zu verbrennen; 4) die Schwierigkeit, solche Maschinen fahrbar zu machen.

Die verbreitetste geschlossene Luftmaschine ist die von Lehmann (Bd. XV, S. 1 d. Z.), welche schon in etwa 1000 Exemplaren im Gebrauche ist. Sie hat einen liegenden Cylinder und auf demselben die Kurbelwelle, welche durch Schubstangen und Hebel vom Kolben aus bewegt wird. Der Verdränger erhält seine Bewegung durch eine um 65 bis 75° voreilende Kurbel auch mittelst Schubstangen und Hebeln. Der Kolben ist durch einen Lederring so abgedichtet, dass die Luft von aussen eintreten kann, sobald im Inneren die Spannung unter eine Atmosphäre fällt, und der Regulator kann durch eine Bremse am Schwungrade die Kraft vermindern. Der Cylinder bedarf etwa 15 bis 20 mal im Jahre einer Reinigung, und Kolben und Verdränger können zu diesem Zwecke leicht herausgenommen werden, weil die auf dem Cylinder liegende Kurbelwelle nicht im Wege ist. Der hohle Verdränger ist vorn durch seine Kolbenstange und hinten durch eine Rolle geführt und durch Querwände abgetheilt, damit die Luft bei der hinten stattfindenden Erwärmung sich nicht im ganzen Verdränger bewegen und den kalten Raum erwärmen kann. Das hintere auswechselbare Cylinderende, der „Feuertopf“, liegt in einem gemauerten Ofen und wird bei einer Ueberhitzung durch den inneren Druck seine cylindrische Form nahezu beibehalten, aber den schädlichen Raum etwas vergrössern.

Die Wirkungsweise der Luft zeigt das mit „Lehmann“ bezeichnete Indicatordiagramm in Fig. 1 der beistehenden Holzschnitte. Die absolute Anfangsspannung der Luft hängt theils von der Compression, theils auch von der Erwärmung des Topfes ab und beträgt bei dunkelrothem Topfe 1,7 bis 1,8 Atm., der entsprechende mittlere wirksame Druck 0,51 bis 0,54 Atm. Der Nutzeffect der Maschine kann mit dem Zustande der Kolbendichtung sehr schwanken und beträgt 55 bis 65 pCt. Der Kohlenverbrauch betrug vor einigen Jahren bei einem Versuche in Prag $4^k,6$ von einer Kohle, die etwa $2^k,3$ bester englischer Kohle entsprechen soll. Der Verbrauch an Kühlwasser kann bei ein und derselben Maschine sehr verschieden sein, je nachdem man stark oder schwach kühlt und dadurch die Leistung der Maschine in Pferdestärken mehr oder weniger hoch erhält. Die Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Gesellschaft giebt den Wasserverbrauch auf etwa 100^l pro Pferdestärke und Stunde an, wenn die Temperatur des Kühlwassers um 25 bis 35° C. zunimmt. In Prag wurde bei Versuchen das Wasser nur um 9° C. erwärmt, und man brauchte dabei 450 bis 500^l pro Pferdestärke und Stunde. Wenn man nicht stets frisches Kühlwasser zufliessen lassen oder zupumpen kann, wendet man ein genügend grosses Reservoir an, von welchem das Wasser zufliesst und immer wieder zurückgepumpt wird, um darin, namentlich über Nacht, wieder abzukühlen.

Der geringe Druck der heissen Luft auf den Kolben erfordert grosse Cylinderdurchmesser und bedingt theure Maschinen. Um einen höheren Druck zu erzielen, wurden von Stenberg Aenderungen an der Lehmann'schen Luftmaschine vorgenommen, die im Wesentlichen darin bestehen, dass man den schädlichen Raum durch Verkürzung des Cylinders vermindert und den Verdränger nicht durch eine gewöhnliche Kurbel, sondern durch eine Kurbel, deren Zapfen in dem gekrümmten Schlitze eines Hebels geht, bewegt. Damit die Heizfläche nicht gar zu klein wird, besteht der Feuertopf aus dem äusseren Cylinder und aus einem etwas kleineren und kürzeren Cylinder, welcher am hinteren Ende in den grösseren hereinragt und auf der inneren Seite vom Feuer berührt wird.

Bei starkem Glühen und hohem Luftdruck werden bei dieser Form schädlichere Formveränderungen eintreten können als beim einfachen Cylinder. Die Kurbelwelle liegt vor dem Cylinder, so dass man eine so einfache Bewegungsübertragung bekommt wie bei Dampfmaschinen, aber den Verdränger nicht so bequem herausnehmen kann. Man erzielt auf diese Weise bei den $\frac{3}{4}$ pferdigen Maschinen absolute Anfangsspannungen von 2,3 bis 2,5 Atm., wie das mit Stenberg bezeichnete Diagramm in Fig. 1 zeigt. Da aber die Spannung schon vom ersten Zehntel des Kolbenhubes an abnimmt, so ist der mittlere wirksame Druck auf den Kolben auch nicht höher als 0,52 bis 0,59 Atm., und bei der höheren Spannung war der Topf schon sehr roth. Bei gleicher Erwärmung der Töpfe $\frac{3}{4}$ pferdiger Maschinen dürfte also der mittlere wirksame Druck bei der Stenberg'schen Maschine trotz der doppelt so hohen Anfangsspannung nicht grösser ausfallen als bei der Lehmann'schen.

Fig. 1

Da bei Lehmann's $\frac{3}{4}$ pferdiger Maschine die Kolbenfläche um 25 pCt., die Heizfläche um 30 pCt. und die Kühlfläche um 55 pCt. grösser ist als bei Stenberg's Maschine, so wird bei ersterer nicht nur die Leistung grösser sein können, sondern man wird auch bei gleicher Leistung weniger Kohle und Kühlwasser brauchen. Die Fabrik von Gebr. Sachsenberg in Rosslau a/Elbe giebt den Coks- und Wasserverbrauch

Stenberg'scher Luftmaschinen pro Pferdestärke und Stunde auf $4^{k},8$ und 250^{l} an.

Neuerdings sollen für die letztgenannten Luftmaschinen auch grössere Kolben-, Heiz- und Kühlflächen angewendet werden.

Bei den grösseren Stenberg'schen Luftmaschinen fallen die schädlichen Räume verhältnissmässig kleiner aus, und man erzielt nach Diagrammen der Herren Gebr. Sachsenberg (welche ich aber nicht im Original sondern in Copien gesehen habe) nicht nur höhere Anfangsspannungen, sondern auch einen wesentlich höheren wirksamen Druck auf den Kolben. Holzschnitt Fig. 2 zeigt die Diagramme einer Stenberg'schen und einer Lehmann'schen 3pferdigen Luftmaschine in gleichem Massstabe aufgetragen.

Fig. 2

Man sieht aus denselben, dass bei Stenberg die grösste absolute Luftspannung 3,15, bei Lehmann aber nur 1,73 Atm. beträgt, während der mittlere wirksame Druck auf den Kolben bei ersterem = 0,72, bei letzterem = 0,52 Atm. ist. Wenn beide Diagramme im Beharrungszustande genommen sind, so haben die stärkeren Stenberg'schen Maschinen einen grossen Vorzug vor den Lehmann'schen.*)

Sowol bei Lehmann's als auch bei Stenberg's Maschine braucht man einen besonders gemauerten Ofen und muss den Verdränger auf einer Rolle führen, die nicht immer ganz gut arbeitet. Diese beiden Uebelstände sind zu vermeiden, sobald man einen stehenden Cylinder anwendet, aber das Herausnehmen des Verdrängers und Kolbens wird dann viel unbequemer.

Eine von dem Amerikaner Rider erfundene Luftmaschine, welche durch Dr. Bernhardi & Co. in Eilenburg in Deutschland eingeführt wurde, hat einen stehenden Cylinder mit einem ähnlich geformten Feuertopfe wie bei der Stenberg'schen Maschine, der in einem eisernen mit Schamottsteinen ausgefütterten Ofen hängt. Im Cylinder bewegt sich ein hohler Arbeitskolben, der durch eine Schubstange die oben liegende Kurbel und Kurbelwelle in Bewegung setzt. Die Compression und Abkühlung der Luft erfolgt in einem besonderen stehenden und mit einem Wassermantel umgebenen Cylinder, welcher mit dem Arbeitscylinder in Verbindung steht, und dessen Kolben durch eine Kurbel von der gemeinsamen Schwungradwelle aus in Bewegung gesetzt wird. Die Durchmesser beider Kolben sind gleich, aber der Arbeitskolben hat etwas mehr Hub, und seine Kurbel hat gegen die andere Kurbel 95^{0} Voreilung. Die arbeitenden Maschinentheile lassen an Einfachheit gar nichts zu wünschen, und auch die Kolben sind gut geführt und — ohne dass man sie herausnimmt — zu verpacken; aber der Feuertopf liegt ganz im Feuer und wird bei seiner eigenthümlichen Form durch Ueberhitzung leicht Schaden leiden können. Um die Luft rasch auf eine verhältnissmässig hohe Temperatur bringen zu können, tritt sie aus dem Compressionscylinder in einen engen ringförmigen Raum zwischen dem äusseren und inneren Cylinder, geht um das untere offene Ende dieses Cylinders herum, erwärmt sich dabei auch noch an dem einspringenden Theile des Feuertopfes und kommt so erwärmt mit dem Kolben in Berührung.

Durch Anwendung zweier Cylinder und einer Verbindungsröhre derselben müssen die schädlichen Räume nothwendig sehr gross werden, nichts desto weniger beträgt die grösste absolute Spannung in beiden Cylindern nach einem Indicatordiagramm $2^{k},4$, der mittlere wirksame Druck auf den Arbeitskolben 1,07 Atm., und der ihm entgegenwirkende mittlere Druck auf den Compressionskolben 0,52 Atm., so dass ein mittlerer nutzbarer Druck von 0,55 Atm. übrig bleibt, also ungefähr ebenso viel wie bei gleich starken Luftmaschinen von Lehmann oder Stenberg.

Um den Kohlen- und Kühlwasserverbrauch zu vermindern, ist die Verbindungsröhre zwischen den beiden Cylindern mit Eisenplatten angefüllt, die viele ganz schmale Durchgangsöffnungen für die Luft lassen, welche bei dem Uebertritt in den Compressionscylinder die Platten erwärmt und beim Rücktritt in den Arbeitscylinder die abgegebene Wärme wieder aufnehmen soll.

Ueber den Brennmaterialverbrauch der Rider'schen Luftmaschine liegen keine zuverlässigen Angaben vor. Die amerikanischen Preislisten geben ihn zu $0^{k},9$ bis $1^{k},4$ pro Pferdestärke an, bei einem nicht genauen Versuche in Birmingham war er aber 4 bis 5^{k}, was bei der guten Qualität der englischen Kohle noch viel mehr Gascoks entsprechen würde.

Wenn auch die Construction der Rider'schen Luftmaschine sehr einfach und die Aufstellung ganz besonders bequem und rasch auszuführen ist, so ist ihr Feuertopf doch noch mehr als bei der Stenberg'schen und viel mehr als bei der Lehmann'schen Maschine einer schädlichen Formveränderung durch Ueberhitzung und inneren Druck ausgesetzt.

*) Diagramme von Luftmaschinen lassen sich nicht ohne Weiteres vergleichen, weil man nicht nur bei starker Feuerung und Kühlung, sondern namentlich auch beim Beginn der Arbeit wesentlich vollere Diagramme bekommt als nach Eintritt des Beharrungszustandes.

Ueber schmiedeeiserne Wasserreservoirs im Vergleich zu gemauerten.

Von Professor **Intze** in Aachen.

(Vorgetragen in der Sitzung des Aachener Bezirksvereines vom 1. August 1877.)

Es ist eine alltägliche Erfahrung, dass unsere gewöhnlichen Mauerungen durch verschiedene Belastungen einzelner Theile und bei gleicher Belastung durch verschiedene Widerstandsfähigkeit des Bodens, welcher dieselben unterstützt, verschiedene Senkungen erfahren und infolge dessen leicht Risse erhalten, da das Mauerwerk eine hierfür ausreichende Elasticität nicht besitzt.

Wenn nun auch durch solide Mauerungen und vorzügliche Materialien in Verbindung mit geeigneten Fundirungen die obigen Uebelstände so weit gemildert werden können, dass dieselben dem unbewaffneten Auge fast verborgen bleiben, so kann man doch nur in seltenen Ausnahmefällen behaupten, dass sie überhaupt nicht vorhanden seien. Derartige Sackungen und Risse haben bei gewöhnlichen Mauerungen meistens keine bedenklichen Folgen; sie sind indessen von grösserer Bedeutung für gemauerte Wasserreservoirs. Zur Vermeidung oder wenigstens zur Verminderung von Wasserverlusten sieht man sich genöthigt, die Reservoirmauerungen sehr sorgfältig auszuführen und möglichst dicht zu verputzen, ohne eine unbedingte Garantie gegen Wasserverluste zu haben, wenn nicht etwa als Untergrund und Umfüllung vollständig dicht geschlossene Thon- oder Lehmmassen vorhanden sind.

In vielen Fällen werden Bedingungen gegeben sein, welche die Erzielung eines dichten gemauerten Reservoirs absolut unmöglich machen.

Wenn z. B. das Reservoir durch verschiedenartige Schichtungen unterstützt ist, so müssen verschiedenartige Sackungen, also Risse entstehen, welche bei durchlässigem Untergrund erhebliche Wasserverluste und weitere Sackungen hervorrufen werden. Wenn ferner der Untergrund durch Bodensenkungen, wie sie in der Nähe von Bergwerken vorkommen, ungleichmässig nachgiebt, so sind ebenfalls Risse unvermeidlich. Wenn sehr ungleichmässige Beanspruchungen des Bodens durch ungünstige Vertheilung der Belastung vorkommen, so können bei sonst gutem Untergrunde leicht Risse im Mauerwerk entstehen. Muss das Reservoir einen über das natürliche Terrain erheblich hinausgehenden hohen Wasserstand erhalten, so werden Mauerungen unzuverlässig oder wenigstens unverhältnissmässig kostspielig.

Da nun häufig einer der vielen Uebelstände bei ausgeführten Reservoiranlagen vorhanden gewesen sein wird, so wird man mit Recht fragen, weshalb hört man denn nicht häufiger von undichten Reservoirs? Wenn nun bisher auch nur wenige Fälle dieser Art bekannt geworden sind, so darf man doch annehmen, dass manche Reservoirs nicht dicht sind, da die Verluste erst recht bedeutend werden müssen, bevor man sie bei dem ununterbrochenen Füllen und Entleeren bemerkt, und man daher in den meisten Fällen solche Wasserverluste auf den Wasserconsum schieben wird.

Bei gemauerten Gasbehälter-Bassins hat man sehr häufig Undichtigkeiten durch Risse im Mauerwerk constatirt, da hier nur ein Ersatz des verdunsteten Wassers stattfinden soll und mithin Wasserverluste sich sehr leicht bemerklich machen. In neuester Zeit sind unter vielen anderen Fällen die folgenden bekannt geworden: Frankfurt, Barmen-Rittershausen, Neuwied, Steele, Halle, Barmbeck bei Hamburg.

Der Typus gemauerter Wasserreservoirs ist im Allgemeinen überall der gleiche. Man hat fast immer eine rechteckige Grundrissform mit Pfeilerstellungen, Gurtbögen und Kappengewölben. Dass im Allgemeinen die rechteckige Form eine in Bezug auf Materialverbrauch sehr ungünstige ist, weiss jeder Techniker, nur wählt man wegen der einfacheren Pfeilerstellungen und Gewölbeconstructionen diese Grundrissform, ohne, wie es scheint, der Frage näher getreten zu sein, ob nicht bei kreisförmigem Grundriss und kuppelartiger Ueberwölbung mit leichten Steinen (Schwemmsteine, Schlackensteine, Tuffsteine, hohle Ziegel) eine viel solidere und auch billigere Construction zu schaffen sein würde; solider, weil hierbei eine gleichmässigere Druckvertheilung erzielt werden kann, und billiger, weil die Umfassungsmauern und die Gewölbeconstruction bei gleichem Wasservolumen viel weniger Material erfordern als bei der gewöhnlichen Anordnung. Die bereits von den Römern mit weniger entsprechenden Materialien, wie wir sie besitzen, ausgeführten bedeutenden Gewölbeconstructionen sollten es durchaus nicht als Hinderniss erscheinen lassen, Kuppelgewölbe über 18 bis 20^{m} im Durchmesser haltenden ringförmigen Mauerungen ausführen zu müssen, besonders da man durch einen eisernen Ring den Horizontalschub des Gewölbes vortheilhaft aufnehmen kann, wenn etwa die Ringmauern mit der Erdhinterfüllung nicht im Stande sein sollten, genügenden Widerstand zu leisten.

Gestatten die örtlichen Verhältnisse die Anlage gemauerter Reservoirs nicht, ohne die Dichtigkeit derselben sehr in Frage zu stellen, so muss man zur Anwendung schmiedeeiserner Reservoirs übergehen. Es tritt nun hier zunächst die Frage auf, welche Form diesen Reservoirs vortheilhaft gegeben werden muss. Jedenfalls ist eine Kreisform für den Grundriss unbedingt anzunehmen, da man bei ebenen Wänden sehr viel Material verschwenden und eine complicirte Versteifung anwenden müsste. Vor allen Dingen ist ferner darauf zu achten, dass sämmtliche Theile eines schmiedeeisernen Reservoirs stets leicht revidirt und in Anstrich erhalten werden können; daher ist das directe Aufsetzen des Behälters mit horizontalem Boden auf eine horizontale Mauerung durchaus nicht zu empfehlen, wenngleich hierdurch ein Minimum an Material (d. h. Eisen) verbraucht wird.

Eine horizontale Bodenfläche mit Trägern darunter erfordert sehr viel Material, giebt stark concentrirte Belastungen und ist schlecht in allen Theilen zu erreichen und zu reinigen bezw. mit Anstrich zu versehen.

Es wird daher besonders empfehlenswerth sein, einen verkehrt gewölbten Blechboden ohne Querträger anzuwenden. Die Untersuchung des Gleichgewichtes dieser Construction führt zu nicht complicirten Gleichungen für die Transversal- und die Ringspannung im Blechboden. Jedenfalls ist es nothwendig, die End-Transversalspannungen durch einen Gurtring am äussersten Umfange des Bodens aufzunehmen.

Wenn man nun auch versucht ist zu glauben, dass eine Halbkugelform des Behälters am wenigsten Material erfordert, so darf man doch nicht vergessen, dass durch diese Form bei nicht ganz gefülltem Behälter gegen Einbauchungen des nicht mit Wasser gefüllten Theiles besondere Verstärkungsringe nothwendig werden würden, so dass hierdurch wieder die Kosten bedeutend erhöht werden müssten, während man andererseits das Volumen des Behälters bei gleichem Durchmesser und gleicher Tiefe im Vergleiche zu einem cylindrischen Behälter mit flachgewölbtem Boden bedeutend vermindern und den Verschnitt an Blech bedeutend vermehren würde.

Statt nun durch complicirte, wenig übersichtliche Untersuchung der allgemeinen Gleichgewichtsbedingungen für den Boden diejenige Form aufzufinden, bei welcher Transversal- und Ringspannungen überall gleich gross sind, wurde es der Einfachheit halber vorgezogen, bestimmte bekannte Formen hierauf hin zu untersuchen.

Bei der Kugelcalotte fand sich eine merkliche Differenz dieser Spannungen, während dieselben für die Calotte eines Rotations-Paraboloïds sehr gut übereinstimmten. Die ziemlich schwer ausfallenden Gurtringe, welche der Billigkeit und vortheilhaften Auflagerung des Behälters halber wol in Gusseisen zu construiren sind, können in Verbindung mit der cylindrischen Blechwand gegen partielle Sackungen eine gute Sicherung gewähren, jedenfalls kann man, wenn derartige Sackungen bemerkenswerth und nachtheilig zu werden drohen, durch Hebung des Ringes, nachdem der Behälter leer gelassen ist, den Ring und damit den Behälter wieder in eine genau horizontale Lage bringen, bevor der elastische Behälter Schaden gelitten haben wird.

Die Cylinderwandungen des Behälters sind einfach nach der Ring-Zugspannung zu berechnen und erfordern beispielsweise für ein Reservoir von 18^{m} Durchm., 8^{m} Tiefe, 4^{m} Pfeilhöhe der Bodenwölbung und für 1500^{cbm} Inhalt in der Nähe des Bodens 6^{mm} Dicke, wofür zur Versteifung des Ganzen 7^{mm} Dicke angenommen werden können. Die Wanddicke ist bis zum oberen Rande des Behälters bis auf 5^{mm} abnehmend festzusetzen. Eine Versteifung der cylindrischen Wandung durch verticale und ringförmige Winkeleisen ist aus praktischen Rücksichten empfehlenswerth. Bei rationeller Anordnung der Einmauerung ist der Behälter von aussen und von innen für alle Theile leicht zugänglich und kann leicht vollständig entleert und gereinigt werden, bevor man eine Erneuerung des Anstriches vornimmt; andererseits kann man jede Undichtigkeit leicht beobachten und beseitigen. Die cylindrische Mauerung kann verhältnissmässig dünn gehalten werden (2 Stein oberhalb, 5 Stein unterhalb des Gurtringes).

Die Ueberdachung kann in einer nach unten gewölbten Blechdecke mit Gurtring aus Gusseisen, Bedeckung des Eisens mit Asphalt oder Holzcement und mit Erdüberschüttung bestehen, oder wird durch ein leichtes Kuppelgewölbe mit Erdüberschüttung in einer Gesammtdicke von etwa 1^{m} gebildet. Den Horizontalschub des Kuppelgewölbes wird man bei diesen Umfassungsmauern durch einen Gurtring aufnehmen.

Bei einer Combination von drei congruenten Behältern (zu 1500^{cbm} Inhalt) ist es möglich, allmälig mit der Vergrösserung des Wasserconsums auch die Reservoiranlagen zu vergrössern, da man derartige Mauerungen ohne Nachtheil nach einander und neben einander ausführen kann, was bei gemauerten Reservoirs, welche direct das Wasser aufnehmen müssen, nicht geschehen darf; hierbei muss im Gegentheil sofort die ganze Grösse des gemauerten Reservoirs ausgeführt werden, wenn nicht etwa weit von einander entfernte kleinere Reservoirs gebaut werden sollen, durch welche die Einzelkosten derselben erheblich wachsen würden.

Zum Schlusse mögen einige Zahlen über die Kosten der verschiedenen in Vergleich gezogenen Reservoiranlagen (bei 4500^{cbm} Gesammtinhalt) folgen:

1) Bei 1^{m} Erdüberschüttung und Blechdach von 5^{mm} Dicke.

2812 Ctr. Walzeisen à 20 M . .	56 240 M
1674 Ctr. Gusseisen à 15 M . .	25 110 -
Erdarbeiten, Maurerarbeiten, Holzcement (bezw. Asphalt) und Nebenanlagen	45 550 -
Summa . .	126 900 M

2) Bei 0^{m},5 Erdüberschüttung und Blechdach von 4^{mm} Dicke.

2636 Ctr. Walzeisen à 20 M . .	52 720 M
1182 Ctr. Gusseisen à 15 M . .	17 730 -
Erdarbeiten, Maurerarbeiten, Holzcement (bezw. Asphalt) und Nebenanlagen	45 500 -
Summa . .	116 000 M

3) Bei Ausführung einer leichten kuppelförmigen Ueberwölbung mit Erdschüttung.

1930 Ctr. Walzeisen à 20 M . .	38 600 M
1182 Ctr. Gusseisen à 15 M . .	17 730 -
500 Cubikmeter Gewölbe inclusive Rüstung à 30 M	15 000 -
Erdarbeiten, Maurerarbeiten, Holzcement (Asphalt) u. s. w. rund	44 670 -
Summa . .	116 000 M

4) Ein gewöhnliches rechteckiges Reservoir mit Pfeilern, Kappen, Asphaltirung und Erdschüttung kostet für 4000^{cbm} Inhalt nach dem für Aachener Verhältnisse zu reducirenden Anschlage der Rheinischen Wasserwerksgesellschaft rund 110 000 M, daher für 4500^{cbm} Inhalt etwa 120 000 bis 125 000 M.

Vermischtes.

Ueber rollende Reibung.

Ueber das Wesen dieses bisher noch wenig aufgeklärt gewesenen Bewegungswiderstandes ist eine bemerkenswerthe Untersuchung von Prof. Osborne Reynolds im Mai 1875 der Royal Society of London vorgelegt und in den „Philosophical Transactions“, Vol. 166, dieser Gesellschaft mitgetheilt worden, worauf sich das folgende Referat bezieht.

Während bisher meistens angenommen wurde, dass der Widerstand gegen die relativ rollende Bewegung von wesentlich anderer Art als die gleitende Reibung, d. i. der Widerstand gegen die relativ gleitende Bewegung sei, weshalb dieser letztere Widerstand schlechtweg als Reibung, jener aber als Rollungswiderstand bezeichnet wurde, um sein Wesen mit dieser in keiner Weise präjudicirlichen Bezeichnung dahingestellt sein zu lassen, bedient sich der Verf. ausdrücklich der Bezeichnung „rollende Reibung“, indem er nachweist, dass auch die rollende Bewegung infolge der Deformation der betreffenden Körper mit Gleitung und somit auch mit Reibung von derselben Art wie die im engeren Sinne sogenannte Reibung (gleitende Reibung) verbunden ist. Als Beispiel für die Art, wie überhaupt durch die Deformation von mit gewissem Druck sich berührenden und in Bewegung befindlichen elastischen Körpern eine Gleitung verursacht werden kann, wird zunächst die bekannte Thatsache angeführt, dass bei einem Riemengetriebe, indem die Peripheriegeschwindigkeit der treibenden Rolle gleich der Geschwindigkeit des stärker gespannten Riemenstückes und somit etwas grösser als die der Geschwindigkeit des weniger gespannten Riemenstückes gleiche Peripheriegeschwindigkeit der getriebenen Rolle ist, dadurch eine Gleitung des Riemens auf beiden Rollen verursacht wird. Ebenso wie diese bei einem Riemen von Kautschuk viel beträchtlicher als bei einem solchen von Leder ist, so wird auch, wenn wirklich ein ähnlicher Vorgang bei der rollenden Bewegung stattfindet, derselbe am deutlichsten nachzuweisen sein bei der Wahl eines in hohem Grade dehnbaren Materials für den einen der betreffenden Körper; in der That lehrte schon ein roher Versuch, dass die Strecke, die eine eiserne cylindrische Walze auf einer ebenen Unterlage von Kautschuk bei einer gewissen Zahl von Umdrehungen rollend durchlief, sehr merklich kleiner war als die unter übrigens gleichen Umständen auf einer Unterlage von Holz oder Eisen durchlaufene Strecke.

Diese Unterschiede sind folgendermassen erklärlich. Wenn eine schwere cylindrische Walze auf einer ebenen horizontalen Unterlage (Platte) ruht, so berühren sich beide Theile nicht nur in einer Linie, sondern in einer Fläche, längs welcher die Walze eine Verflachung, d. h. eine Verminderung ihrer convexen Krümmung, die Unterlage dagegen einen Eindruck, d. h. eine concave Krümmung erleidet. Da mit der Abflachung der Walze an und für sich eine Verkleinerung ihrer Oberfläche, mit dem Eindruck der Unterlage dagegen eine Vergrösserung ihrer Oberfläche, beides im Sinne der Breite ihrer Berührungsfläche, d. h. im Sinne normal zur Walzenaxe verbunden ist, so würde daraus eine Verkleinerung der von der Walze rollend durchlaufenen Strecke folgen verglichen mit der geometrischen, d. h. derjenigen Wälzungsstrecke, die bei demselben Drehungswinkel die vollkommen starre Walze auf der vollkommen starren Unterlage durchlaufen hätte. Indem aber ferner, auch abgesehen von der Oberflächengestaltung beider Körper, durch ihre verticale Zusammendrückung eine horizontale Ausdehnung, insbesondere also auch im Sinne ihrer Berührungsfläche bedingt wird, verbunden mit einer theilweisen seitlichen Verdrängung ihrer materiellen Theile über die Ränder der Berührungsfläche hinaus, so wird dadurch jene Vergrösserung der Oberfläche der Unterlage noch vermehrt, die Verkleinerung der Walzenoberfläche aber vermindert und möglicherweise auch in Vergrösserung verwandelt: jenes um so mehr, je weicher (zusammendrückbarer) das Material der Unterlage, dieses um so mehr, je weicher das Material der Walze ist. Die Folge beider Umstände wird sein, dass die von einer harten Walze auf einer weicheren ebenen Unterlage rollend durchlaufene Strecke stets kleiner ist als die geometrische Wälzungsstrecke, dass es dagegen beim Rollen einer Walze auf härterer Unterlage von dem Härteverhältnisse beider Körper und vom Durchmesser der Walze abhängt, ob die von ihr rollend durchlaufene Strecke kleiner oder grösser ist als die geometrische Wälzungsstrecke.

Hierbei ist vorausgesetzt, dass wenigstens in der Mitte der Berührungsfläche zwischen Walze und Unterlage, wo der specifische (d. i. auf die Flächeneinheit bezogene) Druck am grössten ist, kein Gleiten stattfindet, dass also

$$\mu P > \frac{M}{r}$$

ist, unter μ den Reibungscoefficienten, P den Druck der Walze auf die Unterlage, r den Radius der Walze und M das Moment des auf Drehung derselben wirkenden Kräftepaares verstanden. Indem aber die verticale Compression und entsprechende horizontale Expansion beider Theile nach den Rändern der Berührungsfläche hin sich ändern, findet hier Gleiten statt, und wird dadurch der Rollungswiderstand verursacht, wie am deutlichsten erkennbar ist aus der Betrachtung des Falles einer harten, z. B. eisernen Walze auf einer weichen, z. B. einer Unterlage von Kautschuk: siehe die nebenstehende Figur, entsprechend einer rollenden Bewegung der harten Walze W im Sinne des krummen Pfeils auf der weichen Unterlage UU. Letztere ist längs der Berührungsfläche cc' in verticaler Richtung comprimirt und seitlich entsprechend ausgedehnt, beides in abnehmendem Grade von der Mitte a gegen die Ränder c und c' hin. Der seitlichen Ausdehnung entspricht dann nothwendig ausserhalb der Berührungsfläche, etwa von c bis d und von c' bis d', eine seitliche Compression, verbunden mit verticaler Ausdehnung, also wulstförmiger Erhebung der hier convex nach oben gekrümmten Oberfläche der weichen Unterlage. Wenn nun etwa von b bis b' keine Gleitung stattfindet, so nimmt, wenn die Walze, im Sinne des Pfeils W sich drehend, im Sinne $d'd$ weiter rollt, längs bc die verticale Compression und seitliche Ausdehnung zu, entsprechend einer Verschiebung der Kautschukoberfläche längs der Walze in der Richtung bc und somit einer auf die Walze wirkenden Reibung im Sinne des Pfeils R; andererseits nimmt von b' bis c' die verticale Compression und seitliche Ausdehnung ab, entsprechend einer Verschiebung der Kautschukoberfläche längs der Walze in der Richtung $c'b'$ und somit einer auf die Walze wirkenden Reibung im Sinne des Pfeils R'. In diesen beiden Kräften R und R', die dem Drehungssinne der Walze entgegen wirken, besteht die sogenannte rollende Reibung. Mit Rücksicht auf die gleichzeitig stattfindende Deformation der Walze werden zwar im Einzelnen die thatsächlich stattfindenden Verhältnisse modificirt, doch bleibt ihr Gesammtcharakter derselbe.

Zwischen dieser rollenden und der sogenannten gleitenden Reibung findet der bemerkenswerthe Unterschied statt, dass erstere nicht nothwendig ebenso wie letztere durch Verminderung des Reibungscoefficienten, z. B. durch Oelung der Oberflächen verkleinert zu werden braucht. Indem dadurch nämlich die Breite des gleitungslosen Theiles bb' der Berührungsfläche verkleinert wird, ist es jetzt ein grösserer Theil des Gesammtdruckes, der längs bc und $b'c'$ die Reibungen R und R' verursacht, so dass diese grösser werden können trotz der Abnahme des Reibungscoefficienten. Auf die experimentelle Prüfung dieses Verhaltens waren zunächst die vom Verf. angestellten Versuche gerichtet.

Zu diesen Versuchen diente eine sorgfältig polirte gusseiserne Walze von 6 Zoll Durchmesser und 14 Pfund Schwere auf ebenfalls möglichst glatt hergerichteten ebenen Platten

von Gusseisen, Glas, Messing, Buchsbaumholz (Hirnholz) und Kautschuk, die theils ganz rein, theils leicht gefettet angewendet wurden, und zwar die drei ersten mittelst Oel, die zwei letzten mittelst Graphit. In allen Fällen wurden die Versuche selbst auf zweierlei Weise angestellt. Im ersten Falle wurde die Walze auf die horizontale Platte gelegt und diese allmälig geneigt, bis bei einer gewissen Neigung α die Walze zu rollen anfing; im zweiten Falle wurde der Walze ein kleiner Anstoss gegeben, so dass sie auf der etwas geneigten Platte bis zu einer gewissen Stelle aufwärts rollte, und dann die Neigung allmälig vergrössert bis bei einem gewissen Werthe β derselben die Walze nicht mehr an jener Stelle in Ruhe blieb, sondern rückwärts rollte. Die so gefundenen Werthe von α und β (100 000 α und 100 000 β) sind als Mittelwerthe von vielen einzelnen Versuchen folgende:

Art der Platte	100 000 α		100 000 β	
	rein	gefettet	rein	gefettet
Gusseisen	57	56	26	24
Glas	63	60	19	26
Messing	77	65	21	26
Buchsbaum	100	92	57	23
Kautschuk	354	387	319	290

In der That sind diese Werthe von α und β nicht wesentlich abhängig von der Fettigkeit der Oberfläche, also von der Grösse des Reibungscoefficienten, wachsen aber erheblich mit abnehmender Härte der Unterlage, womit die Grösse der Deformation, also auch die Grösse der Relativbewegung (längs bc und $b'c'$ in obiger Figur) und damit die Arbeit der Reibungskräfte R und R' zunimmt. Dass die Werthe von β so erheblich kleiner sind als die von α, dürfte zumeist dadurch erklärlich sein, dass die vollständige Wiederausdehnung der comprimirten Substanz der inneren Reibung wegen eine gewisse Zeit erfordert; infolge dessen wird hinter der Mitte a der Berührungsfläche (siehe die Figur) im Falle des Rollens der Walze ihre eigene Compression und die der Unterlage stets etwas beträchtlicher sein als sie auf der vorderen Seite ist, somit der hintere Theil ac' des Berührungsbogens etwas kleiner als der vordere ac, wodurch die Umkehrung der in gewissem Sinne stattgefundenen Rollung erleichtert wird, verglichen mit der aus dem Zustande der Ruhe beginnenden Rollung, bei welcher die Compression auf beiden Seiten der Mitte a gleich ist und überhaupt etwas grösser sein mag als die nur vorübergehende Compression während der Bewegung der Walze.

Eine zweite Reihe von Versuchen betraf den Unterschied der thatsächlich von der Walze rollend durchlaufenen und der geometrischen Wälzungsstrecke. Als Unterlage für die gusseiserne Walze wurden auf Holz geleimte Kautschukstreifen benutzt von verschiedener Dicke und hinlänglicher Länge, um zwei Umdrehungen der Walze zu gestatten. Die durchlaufene Strecke war dann kleiner als die geometrische Wälzungsstrecke und zwar beziehungsweise

	0,44	0,84	0,49 Zoll
bei	0,015	0,08	0,36 -

Dicke des Kautschukbandes. Das in diesen Zahlen sich aussprechende Abhängigkeitsgesetz ist dadurch erklärlich, dass, je dünner das Kautschukband ist, desto mehr seine seitliche Ausdehnung an der oberen Fläche durch die aufgeleimte untere Fläche gehindert wird, dass aber andererseits, je dicker das Band ist, desto beträchtlicher der Eindruck, desto grösser die Berührungsfläche, desto kleiner der specifische Druck und somit desto kleiner auch die seitliche Ausdehnung ausfällt.

Wurde auf die Walze ringsum ein $\frac{3}{4}$ Zoll dicker Kautschukreif geleimt, so war die auf einer Stahlunterlage oder auf einem sehr dünnen (auf Holz geleimten) Kautschukbande abgerollte Strecke etwas grösser als die geometrische Wälzungsstrecke, auf einem dickeren Kautschukbande dagegen wieder kleiner; doch blieb der Unterschied zwischen effectiver und geometrischer Wälzungsstrecke stets wesentlich geringer als beim Rollen der harten Walze auf einer Kautschukunterlage. Diese Resultate sind durchaus in Uebereinstimmung mit dem vorher aus der Natur der Sache geschlossenen Verhalten.

Zum Schluss macht der Verf. darauf aufmerksam, inwiefern durch die innere Reibung der Rollungswiderstand vergrössert werden kann. Indem dieselbe zur Folge hat, dass die Wiederausdehnung der comprimirten Körpersubstanz einer gewissen Zeit bedarf, ist der vordere Theil ac des Berührungsbogens cc' stets etwas grösser als der hintere ac', so dass der resultirende Gegendruck P, den die Unterlage vertical aufwärts auf die Walze ausübt, etwas vor der Walzenaxe vorbeigeht und so den Widerstand vergrössert um so mehr, je schneller die rollende Bewegung stattfindet. Bis zu gewissem Grade kann dieser Widerstand noch dadurch vermehrt werden, dass, indem die längs ac durch die Compression entwickelte Wärme durch Leitung zum Theil an die Umgebung abgegeben wird, bei der Ausdehnung längs ac' die ursprüngliche Temperatur und somit auch das ursprüngliche Volumen nicht vollständig wieder hergestellt wird. —

Uebrigens waren die Untersuchungen des Verfassers zunächst nur auf die Aufklärung des Wesens des Rollungswiderstandes gerichtet, nicht auf die Ermittelung der Abhängigkeitsgesetze seiner Grösse, in welcher Beziehung das schon von Coulomb aufgestellte Gesetz vom Verfasser nicht bezweifelt wird, wonach dieser Widerstand direct dem Druck und umgekehrt dem Walzendurchmesser proportional sein soll; nur wird dasselbe zu ergänzen sein mit Bezug auf den Einfluss der Dehnbarkeit und Elasticität des Materials von Walze und Unterlage.

Im Grossen scheinen die Erfahrungen des Eisenbahnbetriebes sich mit den Anschauungen des Verfassers in Einklang zu befinden. Die beträchtliche Abnutzung und Abblätterung, welche die Schienen auch abgesehen von Bahnkrümmungen und vom Angriff durch Bremsen erleiden, scheinen durch den blossen Druck der Räder kaum genügend erklärlich, wohl aber durch die mit der seitlichen Ausdehnung verbundene Gleitung und Reibung an der Oberfläche nebst relativer Schiebung der Eisentheile im Inneren der Schiene. Die so beträchtlich grössere Dauerhaftigkeit von stählernen in Vergleich mit eisernen Schienen ist auf die Verminderung jener schädlichen Umstände infolge der grösseren Härte des Materials zurück zu führen.

F. Grashof.

Der Winkelspiegel in Taschenformat.

Im Falle man Aufnahmen von Städten, Felseinschnitten u. s. w. vorzunehmen hat, wo es wegen des Strassenpflasters, des harten Bodens u. s. w. oft unmöglich wird, das Winkelkreuz oder ähnliche Instrumente zur Bestimmung der Perpendikel anzuwenden, kann man sich eines einfachen aber sehr zweckmässigen Instrumentes bedienen, welches das Winkelkreuz vollkommen vertritt: es heisst der „Winkelspiegel".

Dieses Instrument ist bereits unter verschiedenen Gestalten erschienen, am zweckmässigsten scheint mir aber die Einrichtung zu sein, deren Beschreibung ich hier folgen lasse.

Das Instrument besteht der Hauptsache nach aus zwei ebenen Glasspiegeln von etwa 20^{mm} Länge auf 20^{mm} Höhe,

Fig. 1

AB und CD, Fig. 1, welche unter einem Winkel $x = 45^0$ gegen einander geneigt sind. Gesetzt nun, es falle vom

Punkte E der Linie EF ein Lichtstrahl EG in den Spiegel CD, so wird er von da nach dem zweiten Spiegel AB, von diesem aber wieder zurückgewiesen und langt in der Richtung KI ins Auge, so dass man den Stab bei E, im Spiegel AB bei H erblickt; die Richtung IK ist aber senkrecht zu EF.

Nach der Lehre der Spiegelung nämlich wird der Strahl EG so zurückgeworfen, dass die Winkel cGH und EGd einander gleich werden; setzen wir daher für den gegenwärtigen Fall $EGd = z = 67^0\ 30'$, so ist $BHG = HGd = x + z$. Nun ist aber auch $cGH = EGd = z = 67^0\ 30'$; folglich

$$HGI = 180^0 - 2z = 45^0$$

und daher im Dreiecke IHG die Summe der Winkel IHG und $HGI = 2 \cdot 45 = 90^0$, folglich auch $HIG = 90^0$.

Die weitere Einrichtung des Instrumentes ist nun folgende: AB und CD in Fig. 2 und 3, welche das Instrument in nat. Gr. darstellen, sind die beiden Metallplatten, welche die

Fig. 2

Fig. 3

Spiegel aufnehmen; jede dieser Platten hat an einem Ende und in der Mitte ihrer Höhe einen Arm AA' und CC', und die Platten selbst sind durch ein Scharnier bei O mit einander verbunden; dieses Scharnier erlaubt, den Winkel x grösser oder kleiner zu machen; der Arm CC' des Spiegels CD wird vermittelst zweier Schräubchen a und b auf den Boden E eines Gehäuses befestigt, während der andere Arm auf diesem Boden eine freie Bewegung behält. F ist eine starke Feder, welche bei cc an den Arm CC' befestigt ist und den Arm AA' dem Arm CC' zu nähern strebt, wodurch sich also der Winkel x öffnet; die Schraube e, welche ihr Gewinde in dem Arm CC' hat, erlaubt, den Arm AA' von CC' zu entfernen, wodurch der Winkel x mehr geschlossen oder verkleinert wird; ein gewöhnlicher Taschenuhrschlüssel y dient dazu, die Schraube e nach Belieben zu drehen; GG ist ein Metallband von etwa 6^{mm} Höhe, welches den Boden e umschliesst und in welchem der Schraube e gegenüber eine runde Oeffnung angebracht, um mit dem Schlüssel an den Kopf dieser Schraube gelangen zu können; bei f, f sind kleine Metallstückchen an diesen Rand und am Boden befestigt und haben kleine Schraubengewinde um den Deckel H, Fig. 4, mittelst der Schrauben g, g auf das Ganze befestigen zu können. Das Gehäuse des Instrumentes dient somit, wie Fig. 4 es zeigt, als Handhabe desselben. Beim Gebrauche nimmt man das Gehäuse in die linke Hand, hält das Ganze ziemlich nahe vor das linke Auge, stellt sich so, dass das Instrument selbst sich in der Richtung der Operationslinie IK, Fig. 1, befindet, richtet den durch die Spiegel gebildeten Winkel gegen den aufzunehmenden Punkt E, der durch einen Stab bezeichnet ist, und geht so lange auf der Operationslinie vor- oder rückwärts, bis man den aufzunehmenden Stab E im Spiegel AB und zwar genau in einer verticalen Linie über den Stäben der Operationslinie IK erblickt, welche man natürlich über dem Spiegel AB sieht; man lässt nun ein kleines Steinchen, einen Stock oder ein besonderes Loth aus der das Instrument haltenden Hand fallen, so zeigt dies am Boden, auf der Operationslinie den Fuss I des gewünschten Perpendikels IE an.

Fig. 4

Zur Probe, ob der Winkel x des Instrumentes richtig ist, kehrt man sich nur um, nimmt das Instrument in die rechte Hand und verfährt wie oben, indem man gegen das andere Ende der Operationslinie gerichtet steht; ist der aufzunehmende Stab auf richtiger Stelle erschienen, und fällt alsdann das Loth in denselben Punkt I der Operationslinie wie vorher, so ist das Instrument und somit das genommene Perpendikel richtig; fällt aber das Loth in einen anderen Punkt, so ist das Instrument falsch; um es zu berichtigen, misst man die Entfernung zwischen den beiden falschen Füssen der falschen Perpendikel, nimmt von dieser Entfernung die Mitte, stellt sich mit dem Instrumente genau über den so gefundenen richtigen Fuss des Perpendikels und dreht mittelst des Schlüssels y die Stellschraube e so lange vor- oder rückwärts, bis das Instrument nach beiden Enden der Operationslinie denselben Punkt als Fuss des zu suchenden Perpendikels anzeigt.

In der hier beschriebenen Form wurde der Winkelspiegel von dem Vater des Unterzeichneten (C. A. Schmoll v. E., beeideter Geometer, vormals Mitarbeiter am preussischen Kataster und Ingenieur bei den Tracirungen und Bau-Ausführungen mehrerer Eisenbahnen in Rheinpreussen) schon vor etwa 30 Jahren zur Anwendung gebracht.*)

Wien, im Juni 1877.

Adolph Schmoll v. Eisenwerth.

Neuer beweglicher Planrost mit Windkühlung.

Von R. M. Daelen, Ingenieur in Heerdt bei Neuss.

Die Planrostfeuerung findet trotz des für viele Zwecke vortheilhaften, in den letzten Jahren eingeführten Generatorsystems zur Heizung von Dampfkesseln noch vorwiegend Anwendung, und haben daher die Bestrebungen, jene zu verbessern, um so mehr ihre Berechtigung, als die bestehenden Einrichtungen oft noch viel zu wünschen übrig lassen.

Die in letzterer Zeit bekannt gewordenen, beachtenswerthesten Vervollkommnungen haben vornehmlich folgende Punkte berücksichtigt:

1) Vermehrung der Luftzuführung ohne Vergrösserung der totalen Rostfläche.
2) Beförderung des Aschenfalles.
3) Beseitigung der die Ausdehnung der Stäbe hindernden Umstände.
4) Beförderung der Abkühlung der Stäbe.
5) Erleichterung der Bedienung.

Die wenigen Anordnungen, welche zur Erreichung dieser Ziele umständliche Wege eingeschlagen haben, wie etwa complicirte Form der Rosttheile oder die Form der endlosen Kette oder gar die Anwendung von mechanisch getriebenen

*) Sowol der hier beschriebene Winkelspiegel als auch das auf S. 434, Bd. XVIII der Zeitschrift beschriebene Nivellirinstrumentchen sind billigst zu beziehen bei Gebr. Alex. & Ed. Schmoll v. E., Mechaniker in Saarbrücken.

Streuapparaten, haben wenig Verbreitung gefunden, was darin seinen Grund hat, dass die Herstellung des Rostes aus geraden Stäben die einfachste und billigste ist, die auch im Betriebe sich am besten bewährt, weil die Auswechselung einzelner Stäbe ohne grosse Mühe vorgenommen werden kann.

Um die freie Rostfläche im Verhältniss zur totalen zu vergrössern, ist die Anwendung möglichst dünner Roststäbe das zweckmässigste Mittel, und wird dieses mit um so grösserem Erfolge angewendet, je mehr die Einrichtung im Uebrigen geeignet ist, die Widerstandsfähigkeit, welche naturgemäss geringer ist als die dickerer Stäbe, auf andere Weise zu erhöhen.

Der Aschenfall wird durch die an dem sogenannten Schüttelroste angebrachte Einrichtung wesentlich befördert, durch welche vermittelst eines Handgriffes die Roststäbe um ihre Längsachse bewegt werden; die darauf liegende, trockene Asche fällt infolge dessen herunter, und eine etwa entstandene Schlackenschicht wird zerbrochen; ist letztere aber sehr zähe, so muss der Heizer doch noch zeitweise eine gründliche Reinigung vornehmen.

Für die Haltbarkeit der Stäbe ist es wesentlich, dass die Ausdehnung nicht behindert ist, und da bei der Auflage auf Rostträgern die Zwischenräume an den Enden der gegen einander liegenden Roststäbe leicht durch Asche ausgefüllt werden, so ist die Mehl'sche Construction ganz sinnreich, welche dieselben so neben einander legt, dass die überstehenden Enden in einander greifen und so die Oeffnungen begrenzen. Da diese also nicht vor einander stossen, so können sie sich frei ausdehnen, sofern die Reibung auf dem Rostträger dies gestattet, nur liegt eine Schwierigkeit der Construction darin, die Stäbe so zu befestigen, dass sie nicht durch das Schüren heruntergestossen werden, auch kommt es vor, dass die dicht an einander liegenden Enden durch die Schlacken festbacken, weil infolge des Mangels von Luftzuführung an diesen Stellen die Abkühlung ungenügend ist.

Um eine lebhaftere Luftströmung durch die Rostöffnungen hervorzubringen, als bei dem gewöhnlichen Zuge der Esse vorhanden ist, wendet man auch gepressten Unterwind an; hierdurch wird der Verschleiss an Roststäben vermindert, aber es tritt dagegen der Uebelstand ein, dass die Arbeit des Heizers wesentlich erschwert wird, indem derselbe eine sehr hohe Kohlenschicht stets in vollkommener Gleichmässigkeit auf dem Roste erhalten muss, wenn nicht infolge von kleinen Oeffnungen Stichflammen, oder von grösseren ein Durchströmen kalter Luft entstehen soll, welches beides für den Dampfkessel nachtheilig wirken kann. Durch die hohe Kohlenschicht wird zudem das Reinigen des Rostes sehr erschwert, und nach Beendigung desselben ist eine geraume Zeit erforderlich, um die Kohlen wieder gleichmässig in Brand zu setzen.

Der natürliche Zug einer Esse ist diesem System stets vorzuziehen, da dabei auch die Feuerthüren nicht so erhitzt werden, und der einzige Vortheil der besseren Abkühlung der Roststäbe die vielen Nachtheile nicht aufwiegt; nur in Fällen, wo ein genügender Zug in anderer Weise nicht zu erzielen ist, mag der Unterwind für Dampfkesselfeuerung seine Berechtigung haben.

Die in beistehenden Holzschnitten dargestellte Einrichtung erfüllt nach Möglichkeit alle an einen guten Planrost zu stellenden Bedingungen. Die Roststäbe r, r haben nach unten in der Mitte einen Ansatz a, mit welchem sie in den Spalten der Rostträger t stecken, die um die Zapfen z, z drehbar sind und vermittelst der Stangen s, welche je an den Punkten p_1, p_2 und p_3 angreifen, bewegt werden können. Durch die seitlichen Ansätze n der Roststäbe werden die Zwischenräume begrenzt; die Oeffnungen o bilden offene Canäle, durch welche die in die hohlen Seitenkasten k vermittelst eines Dampfstrahls bei d oder eines kleinen Strahlapparates eingeblasene Luft frei circuliren kann.

Durch diese Anordnung wird Folgendes erreicht:

1) Die freie Rostfläche ist im Verhältniss zur totalen möglichst gross, weil nach oben keine dieselbe begrenzenden Ansätze vorhanden, und die infolge der Auflage der Roststäbe in der Mitte zwischen den Enden entstehenden Spalten stets frei sind, jedenfalls genügt eine leichte, schüttelnde Bewegung durch die Stangen s, um die etwa durch Asche verstopften Oeffnungen zu befreien, so dass also die Luftzuführung nicht nur der Theorie nach, sondern auch factisch eine möglichst vollkommene ist, indem

2) der Aschenfall auf mechanische Weise ohne grosse Mühe befördert werden kann.

3) Die Auflage der Stäbe in der Mitte gestattet eine unbehinderte Ausdehnung nach allen Richtungen, bei gleichzeitiger fester Lage, und da

4) die durchbrochene Form eine energische Abkühlung ermöglicht, und die ebenfalls vor dem Verbrennen sehr gut geschützten Seitenkasten ein Versetzen der Stäbe in seitlicher Richtung verhindern, so erhalten dieselben eine möglichst grosse Dauer, ohne dass es nöthig wäre, das ganze zur Verbrennung erforderliche Luftquantum unter Pressung zuzuführen.

5) Die schwierigste Arbeit bei der Bedienung der Planroste ist die Reinigung von Schlacken, welche je nach der Intensität des Betriebes und der Qualität der Steinkohle stellenweise nach kürzerer oder längerer Zeit, in den meisten Fällen aber wenigstens einmal im Tage vorgenommen werden muss. Diese wird durch die Drehvorrichtung wesentlich erleichtert, da dieselbe die Reinigung je einer Reihe von Stäben gestattet, welche in die in Fig. 1 links angedeutete Lage gebracht wird, nachdem die darauf liegenden noch guten Kohlen zurückgeschoben wurden; die Schlacke fällt dabei direct in den Aschenraum, während sie sonst durch die Feuerthür herausgezogen wird.

Fig. 1

Fig. 2

Diese nach einer langen Reihe von Versuchen entstandene Anordnung, die mit den verschiedenen oben angezogenen Systemen angestellt wurden, sichert die möglichst grosse Ersparniss an Brennmaterial, welche durch Anwendung der dünnen Roststäbe zu erzielen ist, und welche in allen Fällen nur so lange beizubehalten war, als die Stäbe sich in tadellosem Zustande befanden.

Die hohlen Seitenkasten und die Anwendung eines Windstromes sind nicht unbedingt für das System erforderlich, sondern können in solchen Fällen entbehrt werden, wo der Betrieb der Feuerung nur so stark ist, dass der gewöhnliche Luftzug zur Abkühlung genügt.

Die Mayer'sche Kesselexplosion.

Von L. Vogt.

(Vorgetragen in der Versammlung des Bergischen Bezirksvereines vom 10. April 1877.)

Zweck der nachstehenden Entwickelungen ist, meine Ansicht über die Veranlassung zu der Kesselexplosion in der Mayer'schen Weberei in Cöln (Bd. XX d. Z., S. 787) gegenüber den Aufstellungen des Hrn. Kurtz im Cölner Bezirksverein (No. 18. d. W.) zu rechtfertigen.

Zuerst möchte ich meine von Hrn. Kurtz wiedergegebene Ansicht, dass fehlerhaftes Material und mangelhafte Arbeit als die alleinige Ursache der Explosion anzusehen seien, dahin präcisiren, dass sich diese beiden Punkte nur auf die neu eingesetzte Feuerplatte beziehen und nicht auf den ganzen Kessel, dessen Arbeit und Material ich das gebührende Lob gespendet habe, ein Lob, welches jeder erfahrene Kessel-Ingenieur zu taxiren weiss, wenn ihm das Jahr 1872 als das Anfertigungsjahr des Kessels genannt wird.

Ich gehe nun zur Besprechung der einzelnen Punkte über, die Hr. Kurtz als Beweise des vorhanden gewesenen Wassermangels im Kessel anführt.

Punkt I. Die hierin aufgestellte Behauptung, dass die Feuerplatte in der Mitte glühend gewesen, ist richtig, und findet sich dieselbe auch in meinem Bericht vor, wenngleich ich aus dem äusseren Ansehen der Platte auf den glühend gewesenen Zustand desselben geschlossen habe, Hr. Kurtz dagegen aus dem Ansehen der inneren von Kesselstein entblössten Platte. Für mich ist dieser Punkt aber nicht im Mindesten stichhaltig als Beweis des Wassermangels; ich habe schon s. Z. angeführt, wie häufig die Stichflamme ein Erglühen einzelner Stellen der Feuerplatte hervorruft, welches sich an den Platten nicht nur äusserlich, sondern auch sehr oft innerlich scharf zu erkennen giebt und nicht selten eine solche Stelle zum Reissen gebracht hat. Im Uebrigen verweise ich hinsichtlich dieser Erscheinung auf den Kirchweger'schen Vortrag über die alleinigen Ursachen der Kesselexplosionen in Bd. XX d. Z., S. 311. In meiner Praxis habe ich aber noch eine andere Ursache kennen gelernt, die nicht nur ein örtliches Erglühen der Feuerplatten, sondern ein vollständiges Verbrennen und Aufreissen derselben häufig hervorgerufen hat. Es ist dies der Kesselstein nicht infolge seiner Quantität, sondern seiner Qualität. Hinsichtlich der Art und Weise, wie der Stein mit dem Kesselblech verbunden bleibt, kann man drei Arten unterscheiden:

1) er bleibt bei jeder Dicke mit dem Blech in festem Zusammenhang;

2) er springt bei einer gewissen Dicke während des Betriebes ab;

3) er behält in sich zwar seinen Zusammenhang, bleibt aber auf einzelnen Stellen nicht mit dem Blech in Berührung.

Sorte No. 1 kann hier unberührt bleiben, die beiden anderen hingegen, namentlich No. 2 sind gefährlich und verdienen eine etwas nähere Besprechung.

Sorte No. 2. Die Dicke, bei welcher diese Steinsorte abspringt, variirt meinen Erfahrungen nach von $0^{mm},75$ bis 2^{mm}. Wohin sich die abgesprungenen Splitter lagern, richtet sich nach der Construction und Lage des Kessels. Die Strömung des kalten Wassers im Kessel ist naturgemäss immer in der Richtung nach der Feuerplatte; hat nun zudem noch der Kessel Neigung nach dieser Platte hin, wie es bei gewissen Constructionen von vornherein angeordnet ist, bei anderen infolge mangelhafter Fundamentirung des Kessels oder infolge nicht genügender Unterstützung des Oberkessels beim Einsetzen neuer Feuerplatten eintritt, so findet das Anschwemmen der Steinsplitter auf der Feuerplatte statt, wodurch dieselbe je nach der Quantität und Ablagerung der Splitter früher oder später verbrennt und, falls die Qualität des Bleches ein Ausbauchen desselben nicht zulässt, aufreisst. Gerade der explodirte Kessel war recht geeignet zu solchen Ansammlungen von Steinsplittern auf der Feuerplatte, falls solche überhaupt sich bildeten, sowol wegen des einzigen Verbindungsrohres zwischen Oberkessel und dem rechts liegenden Unterkessel und ferner weil er eine neue Feuerplatte erhalten hatte, bei welcher Arbeit der vom Mauerwerk befreite überhängende Vordertheil des Oberkessels fast nie genügend unterstützt wird.

Sorte 3 hat zweimal Veranlassung zur Erneuerung der Feuerplatten gegeben, und beide Fälle hätten sehr schlimm verlaufen können. Im ersten Falle hatte der Stein eine Stärke von 7^{mm}, die Feuerplatte zeigte derartige Ausbauchungen, dass die vordere und hintere Rundnaht derselben so undicht wurden, dass der Kessel sofort ausser Betrieb gesetzt werden musste. Bei der inneren Besichtigung desselben ergab sich, dass der 7^{mm} starke, in sich fest zusammenhängende Stein an einzelnen Stellen ungefähr 8^{mm} von der Feuerplatte abstand. Seine Stärke hatte glücklicherweise genügt, dem Druck im Kessel zu widerstehen, die Platte zeigte an den ausgebauchten Stellen innerlich wie äusserlich den stark glühend gewesenen Zustand.

Im zweiten Falle hatte der Stein nur $4^{mm},5$ Dicke, die Feuerplatte riss bei einem Drucke von 2 Atm. (concessionirter Druck des Kessels 5 Atm.) 350^{mm} quer auf und zeigte einen total verbrannten Bruch.

Diese meine Erwiderung gegen den Punkt I des Hrn. Kurtz beweist zwar nicht, dass kein Wassermangel im explodirten Kessel gewesen ist, wohl aber zeigen die angeführten Fälle recht deutlich, wie wenig berechtigt man ist, aus dem sichtbar glühend gewesenen Zustand eines Theils der Feuerplatte, wie der im Punkt I erwähnte, auf Wassermangel zu schliessen, d. h. Wassermangel, der dem Heizer zur Last gelegt werden kann. Wenigstens hätte man mit demselben Rechte auch auf Wassermangel schliessen können in den von mir erwähnten Fällen, wenn diese unglücklicher verlaufen wären.

Punkt II behauptet:

1) die vordere Rundnaht der Feuerplatte zeigte auf 300^{mm} Länge am tiefsten Punkte die blaue Anlassfarbe;

2) die zerrissene Längsnaht der Feuerplatte zeigte frische aber vollständig verbrannte Bruchflächen.

Die erste Behauptung dürfte als massgebend für den Wassermangel nach der vorhergegangenen Widerlegung des Punktes I nicht mehr näher zu betrachten sein.

Bezüglich der Behauptung 2) habe ich zu bemerken, dass meiner Meinung nach die genannte Bruchfläche weder frisch noch vollständig verbrannt war. Diese meine Meinung fand an Ort und Stelle ebenso viele Gegner wie Gleichgesinnte. Angenommen, sie sei vollständig verbrannt gewesen, so ist mir unerklärlich, dass die andere Längsnaht der Feuerplatte, die mit der gerissenen in gleicher Höhe lag, gar nicht durch den Wassermangel gelitten, denn diese zeigte nach dem gewaltsamen Aufrollen der Feuerplatte, wobei sie sicherlich stark in Anspruch genommen worden, keine nennenswerthen Defecte, und dürften doch gleiche Ursachen im vorliegenden Falle auch einigermassen gleiche Wirkungen gehabt haben. Ferner hat mein College in Siegen über diesen Explosionsfall s. Z. auf der Verbands-Versammlung der Kesselvereine in München berichtet; er führt die Ursache auf Wassermangel zurück, weil die hintere Kopfplatte des Oberkessels eingedrückt, die Feuerplatte mehrfach ausgebaucht und zerrissen sei. Wie weit diese Schlussfolgerungen richtig sind, gehört nicht hierher, jedenfalls hätte er nicht so weit greifen brauchen, um seine Ansicht zu begründen, wenn er vollständig oder auch nicht vollständig verbrannte Stellen hätte entdecken können, die er sicherlich so scharf gesucht wie jeder Andere, aber nicht gefunden hat gleich mir und ebenfalls vielen Anderen.

Punkt III führt an, dass die untere Durchgangsöffnung nach dem Wasserstand verstopft gewesen.

Wäre durch die zwei vorher von Hrn. Kurtz angeführten Punkte der schlagende Beweis geliefert, dass Wassermangel dagewesen, so würde dieser durch Punkt III auch an Wahrscheinlichkeit gewinnen; niemals aber kann dieser für mich selbstständig massgebend für Wassermangel sein; denn dass sich solche Hähne häufig verstopfen, dürfte doch schon durch das Gesetz erwiesen sein, dass die Probirhähne jetzt in gerader Richtung müssen durchstossen werden können. Zudem habe ich sämmtliche Wasserstandshähne frei gefunden und gebe gern zu, dass in der Zwischenzeit daran gearbeitet worden, halte es aber auch für möglich, dass sich der eine

oder der andere Hahn bei der Reise, welche die Kopfplatte durch das Dach eines Hauses machte, verstopfte.

Punkt IV constatirt, dass die Feuerplatte etwa ¾ Stunden nach der Explosion noch 70° C. warm gewesen sei. Ich für meine Person halte diese *geschätzte* Temperatur nicht für so hoch, zumal die Feuerplatte ja an einer Stelle, wie diesseits zugegeben, glühend gewesen ist und ferner eine so gewaltige Procedur hat durchmachen müssen.

Punkt V wundert sich darüber, dass der Kesselstein auf der Feuerplatte und der hinter derselben liegenden Platte fehlte. Wenn aber, wie weiter angeführt wird, im übrigen Kessel nur eine dünne Haut von festem Kesselstein sass, so frage ich, wo soll der Stein auf der Feuerplatte herkommen, die doch erst vor einigen Wochen eingesetzt worden, bei welcher Gelegenheit der übrige Kessel nicht gereinigt wurde. Und selbst wenn Stein auf der Feuerplatte gewesen, so bezweifle ich nicht, dass derselbe unter solchen Umständen abspringt, auch von der anstossenden Platte, die sowol beim Annieten der Feuerplatte, wie bei deren gewaltigem Abreissen doch mit in Anspruch genommen wurde.

Punkt VI, worin bemerkt wird, dass von der Wirkung grösserer umhergeschleuderter Wassermassen Nichts zu erkennen gewesen wäre, führt mich zu dem Abschnitt meiner Erwiderung, worin ich den Beweis führe, dass Wassermangel kaum die Ursache gewesen sein kann. Die Grösse der Verheerung bei einer Kesselexplosion ist abhängig von dem zur Zeit der Katastrophe im Kessel befindlichen Wasserquantum. Je grösser letzteres, desto grösser die Verheerung. Auf diesem richtigen Grundsatz beruhen ja die neueren Kesselsysteme von **Root**, **Belleville** u. A., die sich in diesem Sinne auch wol mit Recht inexplosibel nennen. Betrachtet man die Verheerungen, die der explodirte Kessel angerichtet, so muss man staunen über die dazu nöthig gewesenen Kräfte. Allein schon die Gewalt, welche den hinteren Kesseltheil in einem Gewichte von etwa 3000^{k} durch die beinahe 20^{m} lange Weberei schleuderte, dabei starke Mauern, Säulen, Transmissionen in kleine Stücke zerlegte, muss eine riesige gewesen sein. Dazu kommen noch die Kräfte, welche den Feuerplattenring von etwa 800^{k} die etwa 400^{k} schwere Kopfplatte 150 bezw. 300 Schritt weit über Häuser und Strassen schleuderten, und sicherlich repräsentirt die Summe aller dieser Kräfte eine Grösse, wie man sie sich kaum vorstellen kann. Wo steckte nun diese ungeheuere Kraft? Doch sicherlich nicht in den wenigen Atmosphären Ueberdruck, die zur Zeit der Katastrophe im Kessel waren, sondern im Wasser und zwar in der Gestalt von **Wärme**. Wenn nun, wie von Hrn. **Kurtz** behauptet wird, der Oberkessel wasserleer gewesen ist, wo soll dann die Wärme gesteckt haben, die, frei geworden, solch eine ungeheure Kraft entwickelte. Vielleicht in den Unterkesseln? Meiner Ansicht nach sicherlich nicht, denn

1) besitzt das Wasser in den Unterkesseln keine so hohe Temperatur, dass die unter Umständen frei werdende Wärme solche Wirkungen hervorbringen kann und

2) würden doch, wenn die bei der Verheerung secundär mitwirkende Wärme aus dem Wasser der Unterkessel stammte, die Unterkessel wol zuerst von der furchtbaren Wirkung getroffen worden sein. Dies ist aber thatsächlich nicht der Fall. Sie sind vollständig unversehrt und an Ort und Stelle liegen geblieben, der Oberkessel ist von den Unterkesseln abgerissen und nicht umgekehrt, mithin muss der Ort der Kraftentwickelung im Oberkessel zu suchen sein, und er kann nur da gewesen sein, wenn dieser Kesseltheil mit einer den kolossalen Verheerungen entsprechenden Wassermasse im Augenblicke der Katastrophe gefüllt war.

Somit glaube ich die Behauptung des Hrn. **Kurtz**, wonach die von ihm aufgestellten 6 Punkte einzeln und im Zusammenhange darauf hinweisen, dass Wassermangel die Ursache der Explosion gewesen, als nicht stichhaltig hingestellt zu haben, und will nun meine Ansicht, dass mangelhafte Arbeit und fehlerhaftes Material an der Feuerplatte die Katastrophe herbeigeführt, näher beleuchten.

Während die Stärke der Platten am Oberkessel 12^{mm} betrug, hatte die Feuerplatte nur 11^{mm}, stellenweise auch nur 10^{mm}, ganz entgegengesetzt der allgemein üblichen und auch ganz richtigen Methode, die Feuerplatte 1^{mm} stärker als die anderen zu nehmen. Dieser Umstand würde jedoch als wenig massgebend zu betrachten sein, wenn Material und Arbeit an dieser Platte Ersatz für die geringere Stärke geboten. Dass dies nicht der Fall gewesen, wird von Seiten des Hrn. **Kurtz** ja auch eingeräumt, welcher angiebt, dass das Material allerdings als ungenügendes bezeichnet werden musste, die Arbeit auch nicht tadellos war. Ich brauche also auf diese Punkte nicht weiter einzugehen, will nur noch das „nicht Tadellose der Arbeit" etwas näher beleuchten. Die Niete, soweit sie noch an den durchrissenen Nähten vorhanden, hatten fast sämmtlich mehr oder weniger die Form eines Fragezeichens, auch zeigten die Nietlöcher deutlich, dass der Niet mit Gewalt hineingetrieben worden, weil man sich die Zeit nicht gelassen, die Nietlöcher aufzureiben, sondern mit dem Lochdorn gewaltsam passend gemacht hatte. Die angehämmerten Köpfe konnten gar keinen Anspruch auf eine solche Bezeichnung machen, da sie von kaum messbarer Dicke waren. Die Entschuldigung, welche Hr. **Kurtz** hierfür angiebt, dass die Feuerplatte an Ort und Stelle eingesetzt werden musste, klingt für Jeden, der täglich mit Dampfkesseln zu thun hat, etwas seltsam; denn es wird ja doch kein Kessel in die Schmiede gebracht, wenn es sich nur um Erneuerung der Feuerplatte handelt, und müsste das Einsetzen von Platten an Ort und Stelle polizeilich untersagt werden, wenn diese Arbeit nicht besser ausgeführt werden könnte, als es im vorliegenden Falle geschehen. Die Ursache der Explosion ist meiner Ansicht nach nur darin zu suchen, dass infolge des gewaltsamen Eintreibens der Niete Spannungen hervorgerufen wurden, die naturgemäss Risse von Nietloch zu Nietloch erzeugen mussten. Hierbei ist der Umstand noch besonders zu berücksichtigen, dass es eine *neue* Feuerplatte in einem *alten* Kessel war, die fast durchweg nach der ersten Inbetriebsetzung der Kessel nachgestemmt werden müssen, weil sich die neue Platte unter der Einwirkung des Feuers anders verhält als die alten; zudem dürfte auch die Dicke und Qualität dieser Platte das Entstehen der Risse nur begünstigt haben.

Die Risse vermehrten, erweiterten und vertieften sich im Laufe der Zeit, bis der übrig bleibende Querschnitt der Spannung im Kessel nicht mehr widerstehen konnte. Hierdurch erklärt sich auch das eigenthümliche Aussehen der Bruchfläche der gerissenen Längsnaht, die von Hrn. **Kurtz** als *frisch und vollständig verbrannt* bezeichnet wird; denn dadurch, dass die Bruchfläche eine Zeit lang der Einwirkung der Heizgase ausgesetzt war, ehe die Explosion erfolgte, bekam sie jene merkwürdige Farbe, die in Verbindung mit der weder scharfkörnigen noch scharfsehnigen, vielmehr blättrigen Structur der Platte zu der Verschiedenheit der Ansichten geführt hat, ob diese Stelle verbrannt oder nicht verbrannt sei. Ich kann nach meinen Erfahrungen nur wiederholen, dass das Aussehen der Bruchfläche nicht im Mindesten zu der Annahme berechtigt, dass dieselbe durch Wassermangel glühend geworden sei.

Mit Recht kann man mir die Frage vorwerfen, warum die rechte Längsnaht gerissen, die linke unversehrt geblieben ist. Meine Antwort lautet: weil die linke vielleicht besser gearbeitet war als die rechte. Wenigstens halte ich es für viel leichter möglich und für viel eher wahrscheinlich, dass von zwei Nähten die eine besser ausgeführt ist als die andere, wie das namentlich bei Reparaturen an Kesseln schon wegen rein localer Verhältnisse häufig anzutreffen ist, als dass zwei *in gleicher Höhe liegende* Nähte durch Wassermangel so ungleich leiden sollten, dass die eine vollständig verbrennt, die andere unversehrt bleibt.

Somit kann ich mich der Ansicht des Hrn. **Kurtz**, dass Wassermangel die Ursache der Explosion gewesen, nicht anschliessen, muss auf meiner früheren Behauptung, dass schlechte Arbeit in Verbindung mit ungenügendem Material die Katastrophe herbeigeführt, stehen bleiben und wiederhole nochmals, dass, wenn eine reguläre Druckprobe, wie sie das Gesetz auch vorschreibt, ausgeführt worden, sich im Mindesten solche Undichtigkeiten namentlich in der gerissenen Längsnaht gezeigt haben würden, dass von einer sofortigen Wiederinbetriebnahme des Kessels keine Rede hätte sein können.

Hydraulischer Widder.

Von Hermann Fischer in Hannover.

(Mittheilung aus der Sitzung des Hannoverschen Bezirksvereines vom 15. December 1876.)

(Hierzu Fig. 1 bis 3, Taf. XXII.)

Dem Verfasser wurde im Jahre 1866 die Aufgabe gestellt, für das städtische Wasserwerk in Malmö einen hydraulischen Widder zu entwerfen, welcher eine Weite des Zuführungsrohres von $1^m,_{00}$ erforderte. Um den erheblichen Stoss des Wassers auf die, zwischen Ausfluss- und Druckventil befindliche, im gegebenen Augenblicke ruhende Wassermasse zu vermindern, richtete er sein Augenmerk besonders darauf, das Ausfluss- und Druckventil möglichst zusammen zu legen, wodurch er zu der in Fig. 1 bis 3, Taf. XXII, dargestellten Construction gelangte.

Das Ausflussventil *a* ist als Doppelsitzventil und hohl construirt. Es ruht im geöffneten Zustande auf den acht Nasen *h*, *h* und wird unten durch ebenso viele Leisten, welche über den Nasen *h*, *h* sitzen, oben durch die Flügel des Druckventils *b* geführt. Die Ventilsitze sind aus Gummiringen gebildet.

Aus den Figuren ersieht man zunächst den grossen Austrittsquerschnitt; ferner, dass nur in dem Hals von *b* etwas Wasser während der Oeffnung von *a* in Ruhe sich befindet. Der Stoss des Wassers kann deshalb ein nur geringer sein. Um denselben noch mehr zu mildern, ist die folgende Einrichtung angebracht.

Von dem Druckrohr *A* führt ein enges Rohr *d* nach oben und endigt in dem unteren Theil eines dreifachen Kastens, dessen mittlerer und oberer Theil vermöge der Ventile *f* und *g* mit dem Untertheil communiciren, während der letztere, nach Oeffnung des Ventils *e* mit der freien Luft in Verbindung steht. Der obere Theil des erwähnten Kastens ist endlich durch das Rohr *c* mit dem Raum unter dem Ventil *b* in Communication.

Sobald nun das Ausflussventil *a* sich schliesst, also die stossende Wirkung eintritt, wird in *d* Wasser emporgetrieben, welches die in *d* befindliche Luft zusammendrückt und unter Oeffnung des Ventils *f* theilweise in den mittleren Theil des erwähnten Kastens befördert. Nach Aufhören des Stosses tritt diese Luft durch das Ventil *g* in den oberen Theil des Kastens in das Rohr *c* und schliesslich unter das Ventil *b*. Dort dient sie zunächst als Polster für den Stoss des Wassers und darauf zum reichlichen Ersatz der aus dem Windkessel etwa entweichenden Luft, so dass das, durch das geöffnete Ventil *b* strömende Wasser nur auf Luft trifft.

Der beschriebene Widder ist allerdings s. Z. nicht ausgeführt, wohl aber ein Modell mit etwa 40^{mm} weitem Zuflussrohr. Bei den betreffenden Versuchen ist der hörbare Stoss sehr gering gewesen.

Gestängeverbindungen.

Von Alexander Dieterich.

(Hierzu Fig. 4 bis 13, Tafel XXII.)

Die bei Gestängeverbindungen angewendeten Keile und Schrauben rütteln sich infolge der Gestängevibrationen leicht los und geben oft zu Unglücksfällen und Reparaturen Veranlassung. Um beides zu verhüten, habe ich die in Fig. 4 bis 13, Taf. XXII, dargestellten Verbindungen construirt, welche sowol durch verticalen als auch horizontalen Druck oder Zug unlösbar sind.

Die Herstellung dieser Verbindungen ist ziemlich einfach und ohne Schwierigkeiten auszuführen. Die Fig. 4, 5, 6, 7, 10 und 11 stellen Verbindungen für runde, Fig. 8 und 9 für viereckige und Fig. 12 und 13 eine Hälfte für runde, die andere für viereckige Gestänge dar. Bei den runden werden die Enden derselben nach Blechschablone gedreht, die Keilbacken aus einer Stahlhülse gebildet; letztere wird, nachdem sie auf richtige Länge, äusseren Durchmesser mit concaven Sitzstellen und innerem kleinsten Durchmesser gedreht ist, in drei bezw. vier Theile getheilt; dies geschieht auf der Stossoder Hobelmaschine. Alsdann werden die einzelnen Theile ebenfalls nach Blechschablone am besten auf einer Langlochbohrmaschine genau den Ansätzen der Gestängeenden entsprechend ausgedreht und zwar so, dass beim Anlegen der Keilbacken zwischen Gestänge und Backen Spielraum behufs Anzuges bleibt. Der Spielraum zwischen je zwei Backen entsteht beim Theilen der Muffe durch den Schnitt der Stossoder Hobelmaschine. Die Enden der viereckigen Gestänge werden ebenfalls nach Blechschablone gestossen oder gehobelt und wenn nöthig gefeilt; ebenso die Backen in Fig. 12 und 13. Die in Fig. 8 und 9 dargestellten beiden Backen müssen, um die keilförmigen Ansätze herstellen bezw. bearbeiten zu können, jede in normaler Richtung zum Gestänge eine eingestossene oder gehobelte Nuth erhalten und gleichfalls so bearbeitet werden, dass zwischen Gestänge und Backen Spielraum bleibt.

Die runden und viereckigen Knaggen zur Aufnahme der Schrumpfringe werden etwas conisch bearbeitet, um einen festen Sitz für die Ringe zu erlangen; das Festsitzen der anderen Ringe und Bänder wird durch concaves Eindrehen an der Stelle, wo die Ringe bezw. Bänder sitzen, erreicht.

Die schmiedeeisernen Schrumpfbänder werden warm rasch aufgezogen und drücken während des Zusammengehens die Backenkeile mit ihren keilförmigen Ansätzen in die ebenfalls keilförmigen Vertiefungen der Gestängeenden so fest, dass ein Selbstlösen durch Erschütterungen und Stösse, von welcher Seite dieselben auch herkommen mögen, unmöglich ist. Da die keilförmigen Ansätze auf Abscheeren beansprucht werden, empfiehlt es sich, dieselben ziemlich schmal zu machen.

Um einen leichten Anzug der Gestänge durch die Backenkeile zu erzielen, erhalten die Ansätze der letzteren wie die der Gestängeenden einen Neigungswinkel von 3°. Die Backenkeile sind so zu bearbeiten, dass, nachdem dieselben seitlich angelegt, mit heissen schmiedeeisernen Ringen umgeben und letztere kalt geworden, in normaler Richtung zum Gestänge zwischen Keilbacken und Gestänge ein kleiner Spielraum bleibt.

Diese Verbindungen sind noch nicht ausgeführt, lassen sich aber nach den beigegebenen Figuren gut ausführen.

Ehrenfeld b/Cöln, November 1876.

Technische Literatur.

Mechanik.

Die graphische Bestimmung der Maximalmomente einfacher durch bewegliche Lastensysteme beanspruchter Träger von Dr. W. Wittmann, Privatdocent am Polytechnikum München. Mit 3 Tafeln. 25 S. (Preis 1,40 ℳ). München, 1877. Th. Ackermann. —

Zur graphischen Bestimmung des Maximalmomentes, welches in einem Querschnitt eines Trägers durch ein bewegliches Lastensystem hervorgerufen wird, zeichnet man bekanntlich ein Seilpolygon und sodann für verschiedene Laststellungen die Schlusslinie desselben; nach Culman sind die Abschnitte auf den betreffenden Querschnittsverticalen, zwischen Schlusslinie und Polygonumfang, proportional den Angriffsmomenten.

Der Verfasser der vorliegenden Schrift löst diese Aufgabe einfacher mittelst der sogenannten Momentenabscisse. Die erwähnten, demselben Querschnitt zugehörigen Verticalabschnitte liegen nämlich alle zwischen dem Umfange des Seilpolygons und einer einzigen Geraden, eben jener Momentenabscisse des Querschnittes. Es genügt daher, anstatt einer Anzahl von Schlusslinien, nur diese eine zu zeichnen. Der Verfasser giebt hierzu eine höchst einfache Construction, sodann neue Beweise für die bekannten Sätze über Maximalmomente und gewinnt hierbei der in letzterer Zeit vielfach behandelten Frage über die Angriffsmomente wiederum interessante Gesichtspunkte ab. Fast zu ausführlich erscheint die Berücksichtigung von drei verschiedenen Annahmen über die Bewegung des Lastensystemes, doch kommt man hierzu wol bei Klarlegung des Umstandes, dass die Momentenabscisse ein Polygon beschreibt, während das Lastensystem nach und nach auf die Träger hereinrückt. — e.

Mathematik.

Kotirte Ebenen (kotirte Projectionen) und deren Anwendung. Vorträge von Dr. Gustav Ad. v. Peschka, o. ö. Prof. an der k. k. techn. Hochschule in Brünn u. s. w. Zum Gebrauche für Ingenieure, für höhere Lehranstalten und zum Selbststudium. Mit 47 lithogr. Tafeln. 193 S. Brünn, 1877. Buschak & Irrgang. —

Das vorliegende, gut ausgestattete Buch bietet nichts wesentlich Neues. Es wird das in etwas breiterer Bearbeitung wiedergegeben, was in Leroy's darstellender Geometrie (Deutsch von Kaufmann, III. Aufl. Stuttgart, 1873.) über kotirte Ebenen gesagt ist. Dann werden das III. und X. Buch aus dem vortrefflichen Werk von Jules de la Gournerie: „Traité de Géométrie descriptive“ (Paris, 1864) vollständig vorgetragen, grossentheils auch mit denselben Uebungsbeispielen; ob die Darstellung dadurch gewonnen hat, dass an Stelle der eleganten kurzen Ausdrucksweise von de la Gournerie eine viel umständlichere getreten ist, möchten wir bezweifeln, Zu dem Capitel „Topographische Flächen“ hat dem Verfasser die Schrift: „Ueber aequidistante Niveaucurven“, von Ernst Fischer (Aarau, Verlag von Sauerländer, 1868), von welcher eine II. Aufl. in Bearbeitung ist, das Sachbezügliche, zum Theil Wort für Wort, geliefert.

Unter den gut ausgeführten Figurentafeln wären mehrere Beispiele von Dachausmittelungen wegen ihrer Einfachheit besser weggeblieben.

Auf dem Titelblatte dürfte die Empfehlung: „Zum Gebrauche für Ingenieure“, unbedingt gestrichen werden, denn es wäre schlimm, wenn „Ingenieure“ über den hier vorgetragenen Theil der angewandten darstellenden Geometrie sich erst aus Büchern die nöthige Orientirung verschaffen müssten; das Nivelliren, das Interpoliren der Punkte, die Aufnahme und die graphische Darstellung der Curven u. s. w. lernt der Ingenieur an jeder technischen Hochschule so weit kennen, dass er alle hieran sich knüpfenden Aufgaben der Praxis zu lösen im Stande ist.

Immerhin ist das vorliegende Buch, besonders wegen der guten Ausführung der Zeichnungen, der Beachtung zu empfehlen. E. F.

Bauwesen.

Taschenbuch für Bautechniker, insonderheit Maurer-, Steinmetz-, Zimmermeister, Bauhandwerker überhaupt, Mühlen- und Wiesenbaumeister, Fluss- und Dammwarte, Canalaufseher, Werkmeister und Poliere, von Heinrich Grebenau, kaiserl. Regierungs- und Baurath u. s. w. Erster (theoretischer) Theil. Sechste Auflage mit 284 in den Text eingedruckten Holzschnitten und 7 lithogr. Tafeln. 627 S. 12. Zweiter (praktischer) Theil. Fünfte Auflage mit in den Text gedruckten Holzschnitten und 1 lithogr. Tafel. 733 S. 12. München, 1877 und 1875. J. Lindauer. —

Das vorliegende Werk, denn die Bezeichnung als Taschenbuch möchten wir bei dem bedeutenden Umfange desselben nicht wiederholen, umfasst zwei Theile von je über 600 Duodezseiten, dessen erster, der theoretische Theil, in 6. und dessen zweiter Theil in 5. Auflage erscheint. Der Umstand eines so bedeutenden Absatzes bietet an sich schon die beste Empfehlung der Arbeit des Verfassers, welche vornehmlich, und es gilt dies ganz besonders von dem theoretischen Theile, für den Kreis derjenigen Bauhandwerker bestimmt ist, welche zu ihrer Ausbildung nur auf Schulen untergeordneten Ranges und auf Selbststudium angewiesen sind. Von diesem Standpunkte ausgehend ist der Werth des Werkes aufzufassen. Um kurz über den Inhalt zu referiren, gestatten wir uns folgende Mittheilungen.

Der erste, theoretische, Theil zerfällt in 15 Capitel, von denen die 6 ersten der elementaren Mathematik gewidmet sind. Dass die Umständlichkeit, mit welcher die Elemente der Arithmetik und Planimetrie, sowie die Versinnlichun[g] der metrischen Masse und Gewichte und der ersten Elem[ente] der Physik, selbst unter Berücksichtigung des vorerwäh[nten] Standpunktes des Leserkreises, behandelt sind, gerechtf[ertigt] erscheint, können wir nicht einsehen. Was in den Lehr[plan] der allgemeinen Volksschule, und selbst der höheren Bür[ger]schule gehört, dürfte als überflüssig in einem Lehrbuche [für] Bautechniker erkannt werden.

Im 8. bis 14. Capitel sind die Elemente der Mecha[nik] behandelt, mit vorzüglicher Betonung der Hydromecha[nik]. Die Art der Behandlung und die Vorführung einer aus[ser]ordentlichen Menge Uebungsbeispiele bieten ein vorzüglic[hes] Material zum Studium für den Bautechniker und wiede[r] ganz besonders für den Wasserbautechniker, der nach j[eder] Richtung hin Belehrung selbst über die neuesten hy[dro]mechanischen Resultate finden wird.

Nicht minder wird endlich das letzte Capitel vom [Feld]messen und Nivelliren den angehenden Bautechniker [be]friedigen.

Der zweite, praktische, Theil ist nach einigen allgem[einen] Mittheilungen über die Anfertigung der Baupläne und Ko[sten]anschläge zum überwiegend grösseren Theile den Ang[aben] über Preisermittelungen aller im Baufach vorkomme[nden] Arbeiten gewidmet. Die in den ersten Abschnitten m[itge]theilten Grössenangaben sind nach altem (bayerischem) F[uss]mass mit gleichzeitiger Uebersetzung in Metermass aufgef[ührt]. Die ersteren Zahlen sind nun wol als unzeitgemäss zu [ent]behren. Eine genaue Uebersetzung mittlerer Dimensione[n in] Metermass liegt doch sicher nicht im Sinne der Anga[ben]. Wenn z. B. eine Etagenhöhe auf 9 bis 10 Fuss bestimmt w[ird], so liegt hierin der Begriff eines ungefähren Masses; w[ird] dasselbe aber gleichzeitig als $2^m,63$ bis $2^m,92$ beigefügt w[ird], so fällt dieser Begriff fort.

Die Misslichkeit in der Behandlung der Preismittheilun[gen] dieses zumeist recht unerquicklichen Stoffes, ist bekannt, eb[enso] die theils mehr, theils minder beschränkte Allgemeingilti[gkeit] der Angaben. Sowol der mannigfach differirende Usu[s] der Berechnungsart als die schwankenden Preise ziehen [der] Giltigkeit der Angaben sehr enge Grenzen und machen [den] Werth derselben höchst problematisch. Obgleich das B[uch] vornehmlich für das süddeutsche Publicum geschrieben, passt der Inhalt des erwähnten Abschnittes dennoch nur [zum] geringsten Theile für die Praxis des Schreibers dieser Zei[len], der selber die Ehre geniesst, sich zu den Süddeutschen zä[hlen] zu können.

Der besondere Umstand, welcher veranlasste, dass [bei]nahe die Hälfte der Preisangaben in alter süddeutscher Ge[ld]währung erfolgte, ist in der Vorrede entschuldigt. E[ine] event. neue Auflage wird jedenfalls nach dieser Richtung d[em] fortgeschrittenen Zeitalter Rechnung tragen. Dm.

Der Civilbau. Eine Sammlung von Entwürfen [zu] Wohngebäuden für Stadt und Land, in Grundrissen, Faça[den,] Profilen und Details für Architekten, Maurer- und Zimm[er]meister. II. Band, IV. Lieferung. Berlin, 1876. Nicolai'sc[he] Verlagsbuchhandlung. —

Indem wir uns auf unsere früheren Besprechungen die[ser] fortlaufenden Veröffentlichungen der bedeutenderen Priv[at]bauten von Berlin und Umgebung beziehen, können wir a[uch] die vorliegende Lieferung ebensowol in der Auswahl d[es] Stoffes, als in der ganz vorzüglichen Herstellung der Zei[ch]nungen dem Vorangegangenen lobend anschliessen. W[ir] finden in dem genannten Hefte auf 6 Blatt Zeichnungen d[er] Privathäuser in Berlin, und eine Villa zu Grünau. Die V[er]öffentlichung bietet wiederholt ein lebendiges Bild der Priv[at]architektur unserer Residenz, die für jeden praktischen Arc[hi]tekten als eine reiche Quelle für Dispositionen und Det[ails] fliesst. — Dm.

A. W. Schade's Buchdruckerei (L. Schade) in Berlin, Stallschreiberstr. 47.

Fig. 1.
Caisson No. IV. der Eisenbahnbrücke in Arles s/Rhone.
Stand am 29. August 1865 vor Beginn der pneumat. Versenkung.

Fig. 2. Querschnitt. 1/100.
Zimmerung im unteren Arbeitsraum
Gegen Ende März 1859.

Fig. 3. Horizontalschnitt nach ab Fig. 2. 1/20
Verbiegung und Befestigung der Caisson-Ecken am 29. April 1859.

Rheinbrücke bei Kehl.
Fig. 2. u. 3. Linkseitiger Portalpfeiler.

Nordwestbahn Donaubrücke bei Wien
a. Rechtsseitiger Landpfeiler.
Umfang = 38,000
Grundfläche = 73,320

Donaubrücke bei Steyeregg
a. Inundationspfeiler.
Umfang = 21,920.
Grundfl. = 27,300.

b. u. c. Mittel und Strompfeiler.
Umfang = 30,650.
Grundfl. = 54,850

Ad. Schmoll:
Pneumatische Fundirungen.

Fig. 4.
Viaduct über die Seine zu Orival bei Elbeuf (Normandie)
Stand der stromaufwärtigen Säule des Pfeilers No. V,
im Moment der Senkung am 2. Juni 1863. 10 Uhr Morgens.

Kreideartiger Mergel und Kalksteinfragmente.

Fig. 5.
Stadlauer-Donaubrücke.
Vorderer Caisson des rechtsseitigen Widerlagers.
Stand im Moment der Senkung am 5. November 1868. 12. Uhr Mittags.

Kronprinz Rudolph-Brücke über die Donau in Wien
Strompfeiler
Umfang = 48,220
Grundfläche = 111,700

Königl. Hoflith. v. Hermann Veit, Burgstr. 6. Berlin C.

Darstellung der Bodenermittelungen

während der pneumatischen Versenkungen.

A. Viaduct über die Seine zu Orival (Normandie)

a) Pfeiler V, stromaufw.-Säule.

Terrain nach beendigter Versenkung. Fluss Sohle. Lehmiger Scholter. Scholter mit Sand. Kreideartiger Mergel und Kalksteinfragmente.

b) Pfeiler V, stromabw.-Säule.

Nullwasser der Seine. Terrain nach beendigter Versenkung. Fluss Sohle. Lehmiger Scholter. Scholter mit Sand. Scholter und Mergel. Mergel und Kalksteinfragmente. Felsartiger Mergel.

c) Rechts-Landpf., stromab-Säule.

Schlamm und Sand. Feiner Sand. Scholter mit Sand. Lehmiger Sand. Scholter mit Sand. Scholter und Mergel. Kreideartiger Mergel in Blöcken.

d) Rechts-Landpf., stromaufw.-Säule.

Schlamm, Scholter und Sand. Sand. Scholter und Sand. Lehmiger Sand. Scholter mit Sand. Kreideartiger Mergel in Blöcken.

B. Wien-Stadlauer Donaubrücke.

a) Rechts-Landpf., vorderer Caisson.

Scholter und erdiger Sand. Feiner Scholter. Grober Scholter. Scholter mit etwas Lehm u. Sand. Sand mit wenig Scholter. Feiner Scholter. Festgelagerter Scholter und grobes Geschiebe. Fester Scholter mit grossen Steinen. Grobes Geschiebe mit Sand. Lehmiger Sand mit Scholter. Gelber Tegel.

b) Rechts-Landpf., oberer Eck-Caisson.

Nullwasser der Donau. Scholter mit Sand. Sehr festgelagerter Scholter.

c) Rechts-Landpf., unterer Eck-Caisson.

Scholter mit Sand. Sehr festgelagerter Scholter mit Sand. Lehmiger Sand.

d) Strompfeiler № I.

Fluss Sohle mittlere Tiefe am 9/3 1868. Grobes Geschiebe und Sand. Grober Scholter mit Sand. Feiner Scholter m. Sand. Grober Scholter m. Sand. Lehmiger Scholter m. Sand. Blauer lehmiger Sand. Fester gelber Tegel. Sehr fester blauer Tegel. Sehr fester grauer Tegel.

Massstab 0,005 per 1 Meter = 1 : 200.

C. Donaubrücke bei Steyeregg (Oberösterreich)

a) Inundationspfeiler.

Sohle eines alten Donauarmes. Nullwasser. Lettiger Sand mit Scholter. Sand mit Scholter. Sand mit wenig Scholter. Sand mit Scholter u. groß. Steinen. Scholter mit Sand. Scholter mit gelbem lehmigen Sand. Scholter, gelber Lehm, Sand u. gr. Steine. Fester blauer Sandsteinschiefer.

b) Pfeiler № V (auf der rechts. Berme)

Sohle der Baugrube. Nullwasser. Lehmiger Scholter. Sand mit Scholter. Sand mit Scholter u. groß. Steinen. Sand mit Scholter. Sand, Scholter u. viele groß. Steine. Fester Schlier.

c) Strompf.-№ II (auf der Sandbank)

Sandbank. Scholter mit Sand. Scholter, Sand u. grosse Steine. Sehr fester Schlier.

D. Nordwestbahn-Donaubrücke bei Wien.

a) Rechtseitiger Landpfeiler (im alten Strombett)

Nullwasser. Sohle bei Beginn der Versenkung. Scholter mit Sand. Sand mit Scholter u. grossen Steinen. Grober Scholter m. Sand u. Steinen. Sand mit Steinen. Kieselscholter mit Steinen. Grober Scholter mit Sand. Sand mit Scholter. Wellsand. Sand mit Scholter. Sehr fester Scholter mit Sand. Scholter mit Sand u. Spuren v. Lehm. Sand und Scholter m. Lehmknollen. Blauer Tegel.

E. Kronprinz Rudolph-Brücke in Wien.

a) Strompfeiler № VIII (im neuen Strombett)

Nullwasser. alte Flußsohle. Schlammschichte. Scholter mit Sand. Grober Scholter. Scholter mit Thon. Blauer sandiger mittelfest. Tegel. Grauer Sand.

A. Viaduct über die Seine zu Orival (Normandie)

Rohr für Strom- u. Landpfeiler.

Umf. = 11m,310. Grundfl. = 10,179.

Grundrisse der beobachteten Pfeiler.

B. Wien-Stadlauer Donaubrücke.

a) Rechtseitiger Landpfeiler, vorderer Caisson. Umfang = 36m,170. Grundfl. = 63qm,400. R. 0,250. 14m,100.

b u. c) Landpf., Eck-Caisson. 3,500. Grundfl. = 12qm,200. Umf. = 12m,510.

d) Strompfeiler. Umfang = 38m,340. Grundfl. = 72qm,880. R. 0,250. 5,000. 15,750.

Adolph Schmoll:

Mittheilungen über pneumatische Fundirungen, und Erfahrungsresultate über die dabei vorkommenden Reibungswiderstände.

Königl. Hof-Lith. v. Hermann Veit Burgstr. 6 Berlin C.

ZEITSCHRIFT
DES
VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE.

1877. Band XXI. Heft 10. Octoberheft.

Abhandlungen.

Mittheilungen über pneumatische Fundirungen, und Erfahrungsresultate über die dabei vorkommenden Reibungswiderstände.

Von **Adolph Schmoll v. Eisenwerth**, Ingenieur in Wien.

(Hierzu Blatt 11 und 12.)

Einleitung.

Bei der Ausführung von pneumatischen Fundirungen zu Brückenpfeilern, Quaimauern u. s. w. ist es für den die Arbeiten direct leitenden Ingenieur interessant und auch von Wichtigkeit zu wissen, welchem Reibungswiderstande die zu versenkenden Röhren oder Caissons in den verschiedenen Terrainschichten und Tiefen unterworfen sind, um danach die zur Bewältigung dieser Reibung erforderliche Belastung, sei es durch Beton, Mauerwerk oder durch ein aus anderen Materialien bestehendes oder auf andere Weise provisorisch anzubringendes Gewicht, rechtzeitig herstellen lassen, und den aus dieser Ursache vorkommenden zeitraubenden und kostspieligen Unterbrechungen während der Versenkung nach Möglichkeit vorbeugen zu können.

Aber nicht allein für den ausführenden Ingenieur, sondern auch für den Projectanten sind die Daten bezüglich des in Rede stehenden Reibungswiderstandes von Nutzen. Sind z. B. in der Trace einer projectirten Flussübersetzung Sondirungen gemacht worden, aus welchen hervorgeht, dass bis zu einer grossen Tiefe des Flussbettes keine sogenannte tragfähige Terrainschicht (Tegel, Letten, Fels), sondern nur angeschwemmtes Material (Sand und Schotter) vorhanden ist, so lässt sich, wenn die Form des Pfeilers, dessen Eigengewicht und die ganze darauf entfallende stetige und zufällige Belastung bekannt sind, mit Berücksichtigung des entsprechenden Reibungswiderstandes leicht ermitteln, bis zu welcher Tiefe der Pfeiler unter der Flusssohle zu versenken ist, um die Belastung theilweise mit dem Reibungswiderstande am Umfange des Fundamentes auszugleichen, ohne ausschliesslich auf die Tragfähigkeit des Untergrundes zu reflectiren. Selbstredend darf in diesem speciellen Falle der obere Theil des Terrains, welcher allfälligen Auskolkungen unterworfen ist, nicht in Rechnung gebracht, sondern muss von der Reibungsfläche, bezw. von der Versenkungstiefe abgezogen werden.

Die vorliegenden in grossem Massstabe ausgeführten Versuche, betreffend die bei pneumatischen Fundirungen vorkommenden Reibungswiderstände, dürften aber auch meines Erachtens dazu beitragen, ein neues Licht auf die Theorie des Erddruckes zu werfen, deren Ausarbeitung auf Grund des vorliegenden Materials ich einem Berufenen gern überlasse. In meiner Absicht liegt nur, die von mir seit 1863 gesammelten Versuchsresultate hierdurch bekannt zu geben, und den praktischen Nutzen, welcher sich bei auszuführenden analogen Fundirungen aus denselben ziehen lässt, hier in Kürze zu beleuchten.

Belastung der Objecte während ihrer Versenkung.

Ist während der Versenkung die Belastung eine zu geringe, so wird das zu versenkende Object (Rohr oder Caisson), trotzdem dasselbe untergraben ist und folglich mit seiner Schneide nicht aufsitzt, durch die seitliche Reibung seiner Aussenfläche mit der Terrainschicht schwebend gehalten und am Eindringen in den Boden verhindert; ja es kann der Fall eintreten, dass dasselbe infolge ungenügender Belastung durch den inneren Luftdruck wieder gehoben wird. Ist dagegen die Belastung viel grösser, als zur Ueberwindung der Reibung nothwendig ist, und übersteigt sie die Tragfähigkeit der Arbeitskammer, so können bei letzterer Deformation oder gar Brüche eintreten. Beide Fälle sind mir in meiner Praxis vorgekommen.

Bestehen die zu versenkenden Pfeiler bis unter den eisernen Oberbau einer Brücke aus gusseisernen Röhren, welche innen mit Beton ausgefüllt sind — wie dies

z. B. am Viaduct von Argenteuil, und am Viaduct von Orival bei Elbeuf, beide über die Seine, der Fall ist — so lässt sich die erforderliche Belastung im Inneren der Röhren leicht anbringen und nach Belieben reguliren, indem die gusseiserne Hülle, welche gleichzeitig einen Fangedamm bildet, während der Versenkung mit ihrer Oberkante ohnehin immer über dem Wasserspiegel gehalten werden muss, wogegen die Oberkante des im Inneren derselben brunnenförmig angebrachten Betonkörpers, welcher gleichzeitig Belastung bildet, je nach den Umständen über oder unter dem Wasserspiegel gehalten werden kann. (Siehe Fig. 4, Blatt 11.)

Auf ähnliche Weise lässt sich die Belastung durch Beton oder Mauerwerk nach Belieben reguliren, wenn es sich um die Versenkung von schmiedeeisernen Caissons handelt, über deren Arbeitskammern Verkleidungsbleche (hausses) angebracht sind, welche bis über den jeweiligen Wasserspiegel emporragen.

Betrachtungen über pneumatische Fundirungen mit und ohne Verkleidungsbleche.

Die Verkleidungsbleche, auch Mantelbleche genannt, gewöhnlich 4^{mm} stark und in Reihen von 1^{m} Höhe, nach innen mit horizontal laufenden Winkeleisen versteift, dienen nicht allein zum Schutze des Fundamentmauerwerkes gegen den Reibungswiderstand während der Versenkung, sondern auch als Fangedamm gegen das Wasser. Je nach der Güte ihrer Vernietung und Fugenverdichtung ermöglichen dieselben eine mehr oder minder trockene Ausführung des Mauerwerkes in freier Luft, bei einer Tiefe von mehreren Metern unter dem äusseren Wasserspiegel. (Siehe z. B. Fig. 1.) Anders dagegen verhält es sich bei sogenannten Brunnenfundirungen ohne Metallhülle, und bei Caissons ohne Anwendung der erwähnten Verkleidungsbleche, bezw. ohne Fangedamm. In diesem Falle und unter der Voraussetzung, dass man die Versenkung nicht auf dem Trockenen, sondern in einem offenen Gewässer auszuführen habe, muss das Mauerwerk, um die Herstellung desselben bewerkstelligen zu können, mit seiner Oberkante beständig über dem Wasserspiegel gehalten werden, und es kann daher von einer beliebigen Belastung im richtigen Verhältniss zur Reibung und zur Widerstandsfähigkeit des Caisson nicht die Rede sein. Bei der Versenkung von Caissons ohne Verkleidungsbleche sind an ersteren nicht allein Deformationen infolge übermässiger Belastung, sondern auch an dem darauf ruhenden Fundamentmauerwerk Risse und theilweise Hebung der oberen Schichten, wenn die Höhendifferenz zwischen letzteren und der Terrainsohle eine ungenügende war, infolge des Reibungswiderstandes eingetreten. Schon das Herablassen eines Caisson oder Brunnens ohne Schutzbleche bezw. ohne Fangedamm, von dem Gerüstboden bis auf die Stromsohle dürfte unter gewissen Stromverhältnissen, wie ich solche u. A. während genannter Operation am rechtsseitigen Portalpfeiler der Kehler Rheinbrücke 1859, dann am Strompfeiler No. IV der Eisenbahnbrücke in Arles-sur-Rhône (1865) und am Strompfeiler No. I der Eisenbahnbrücke (für die k. k. priv. Staatsbahn-Gesellschaft) über die Donau zwischen Wien und Stadlau (1868) aus eigener Erfahrung kennen gelernt habe, auf nicht zu unterschätzende Schwierigkeiten stossen. Die Caissons des erstgenannten Pfeilers waren ohne, dagegen die der beiden letztgenannten Pfeiler mit Verkleidungsblechen versehen; die drei vorbenannten Pfeiler stehen im Thalweg der genannten Ströme. Die Caissons der beiden ersteren waren von festen, derjenige des letztgenannten dagegen war von einem schwimmenden Gerüste herabzulassen.

Da während der in Rede stehenden Arbeit der mittelst starker Ketten am oberen Gerüstboden hängende Caisson behufs seiner successiven Einsenkung in das Wasser mit Mauerwerk belastet werden muss, welches an Gewicht demjenigen des verdrängten Wasservolumens zu entsprechen hat, und die Herstellung dieses Mauerwerkes oder die Aufbringung einer anderen analogen Belastung auch bei der möglichst thunlichen Beschleunigung immerhin eine gewisse Zeit beansprucht, während welcher die Kolkungen unter dem Caisson ganz erschreckende Dimensionen annehmen — dieselben betrugen während des Herablassens des rechtsseitigen Portalpfeilers der Kehler Rheinbrücke $4^{m},_{30}$ und am Pfeiler IV der Eisenbahnbrücke über den Rhône in Arles nach Fig. 1, Blatt 11, $3^{m},_{75}$ — so liegt bei festen Gerüsten die Gefahr der gänzlichen Entkolkung der inneren Pilotenreihe sehr nahe. Partielle Setzungen der Gerüste treten in solchen Fällen gewöhnlich ein. Man darf dann auf die Tragfähigkeit der Gerüste, trotz der rechtzeitigen Anbringung von Steinwürfen um die entwurzelten Piloten, kein grosses Vertrauen setzen, d. i. man darf dieselben nicht zuviel belasten. Diese Vorsichtsmassregel lässt sich wohl dann beobachten, wenn auf dem betreffenden Caisson eiserne oder hölzerne Schutzwände (Fangedämme) angebracht sind, nicht aber ohne letztere und, wenn infolge dessen das Mauerwerk, in welchem man allerdings, behufs Gewichtsverminderung brunnenförmige, nachträglich auszumauernde oder mit Beton auszufüllende Aushöhlungen anbringen kann, mit seiner Oberkante absolut über dem jeweiligen Wasserspiegel gehalten werden muss.

Bei grossen Wassertiefen und felsiger Stromsohle, wo die Anwendung von schwimmenden Gerüsten geboten ist (wenn überhaupt Gerüste unentbehrlich sind), wäre das Herablassen von Caissons oder gemauerten Brunnen ohne Verkleidungsbleche bezw. ohne Fangedämme sicherlich auch mit mehr Gefahr verbunden als bei solchen mit Verkleidungsblechen, weil dem Pontongerüst unter gewissen und möglicherweise eintretenden Umständen zuviel zugemuthet werden könnte. —

Es muss hier noch hervorgehoben werden, dass an den aus gusseisernen Röhren bestehenden Pfeilern und an den mit Verkleidungsblechen versehenen Caissons, sobald sie von den Gerüsten herabgelassen und nachdem sie mit ihrer Basis je nach den Stromverhältnissen und der Beschaffenheit der Flusssohle um einige Meter im

Terrain versenkt sind und vertical stehen, die Führungsketten ganz entfernt werden können, wodurch bei genügender Belastung die weitere Versenkung rascher voranschreitet, und das Eindringen von aufgelockertem Erdmaterial in die Arbeitskammern auf ein Minimum beschränkt wird. Dagegen geht die Versenkung von Caissons ohne Verkleidungsbleche, d. i. bei solchen, wo die Oberkante des Belastungs- bezw. Fundamentmauerwerkes immer über dem äusseren Wasserspiegel gehalten wird, langsamer von Statten, weil die Arbeitskammer in gewissen Fällen des Mauerwerkes halber bis zu beendigter Versenkung an den Ketten befestigt bleiben muss, letztere aber dazu beitragen, dass die Senkung des Caisson mit der inneren Ausgrabung nicht immer gleichen Schritt hält, wodurch viel aufgelockertes Erdmaterial von aussen unter der Schneide der Arbeitskammer in die letztere eindringt, und ein weit grösseres als das wirklich durch den Pfeiler verdrängte Volumen an Aushub zu bewältigen ist. Das durch die vier Strompfeiler der Rheinbrücke zwischen Strassburg und Kehl (Strompfeiler, welche unter diesen Verhältnissen versenkt wurden) verdrängte — d. i. im Abtrag gemessene — Volumen betrug etwa 10458^{cbm} mit Sand vermischten Schotters, wogegen die zu Tage geförderte, d. i. in der Anschüttung gemessene und dem Unternehmer bezahlte Masse rund 16000^{cbm} ergab. Das Verhältniss zwischen dem verdrängten und dem zu Tage geförderten Volumen variirte an den vier Pfeilern zwischen 1 : 1,21 und 1 : 2,28 und war durchschnittlich wie 1 : 1,53 einschl. der Auflockerung.

Es liegt nicht in meiner Absicht, hier alle Vortheile, welche erfahrungsmässig für die Anwendung von Verkleidungsblechen sprechen, und alle Nachtheile, welche deren Weglassung nach sich zieht, näher zu erörtern; ich hoffe bei Gelegenheit einer späteren Besprechung hierauf zurückkommen zu können.

Reibungswiderstand und dessen Ermittelung bei pneumatischen Fundirungen.

Der Reibungswiderstand ist verschieden je nach der Beschaffenheit der zu durchdringenden Terrainschichten und des mit denselben in Contact kommenden Verkleidungsmaterials des zu versenkenden Objectes; auch die Form des letzteren ist hierbei von wesentlichem Einfluss. Bei gleichartiger Beschaffenheit des Terrains und unter gleichen Umständen ist, laut meinen Erfahrungen, der Reibungswiderstand bei Versenkung von gusseisernen Cylindern und quadratischen Caissons bedeutend geringer als bei Caissons mit länglicher Grundfläche.

Ich beschränke mich hier auf die Ermittelung des Reibungswiderstandes bei pneumatischen Versenkungen von gusseisernen Cylindern, und von schmiedeeisernen genieteten Caissons mit verticalen Umfangswänden und mit Verkleidungsblechen bis über den Wasserspiegel, in denjenigen Terrainschichten, welche hauptsächlich in der Seine, im Rhein und in der Donau vorkommen.

Zur Feststellung des Reibungswiderstandes sind während der Versuche und Beobachtungen folgende Bedingungen zu erfüllen:

1) muss der in Versenkung befindliche Gegenstand (Rohr oder Caisson) vertical stehen;

2) darf derselbe nicht mehr an den Führungsketten befestigt, sondern muss sich selbst überlassen, d. i. äusserlich vollkommen frei sein;

3) die Schneide muss an ihrem inneren Umfange auf mindestens 0^{m},15 untergraben, und das Aushubmaterial aus der Arbeitskammer entfernt sein so zwar, dass das Object nicht unten aufsteht, sondern lediglich durch die Reibung an seiner äusseren Umfangsfläche und durch den inneren Luftdruck, welch letzterer der verdrängten Wassersäule entspricht, schwebend gehalten wird;

4) das Totalgewicht des Objectes muss geringer sein als das zur Ueberwindung der Reibung erforderliche Gewicht plus demjenigen der verdrängten Wassersäule, widrigenfalls die Senkung auch eintritt, ohne dass Luft abgelassen wird, und ohne dass die Schneide untergraben ist, ja dass sich die letztere sogar in das Terrain eindrückt; es muss folglich der Versuch dann gemacht werden, wenn das Object nicht mehr durch sein eigenes Gewicht, und nicht ohne Verminderung des inneren Luftdruckes sinkt.

Wenn obige Bedingungen erfüllt und die Arbeiter aus der Luftschleuse herausgestiegen sind, nimmt der in unmittelbarer Nähe des Gegenstandes befindliche Beobachter genaue Notiz vom inneren Luftdruck nach Anzeige des auf der Luftschleuse angebrachten Manometers, lässt einen zuverlässigen Arbeiter auf die Luftschleuse steigen, um auf ein vereinbartes Zeichen, behufs Ablassens comprimirter Luft, das Sicherheitsventil zu öffnen und um, nachdem sich das Rohr oder Caisson in die sinkende Bewegung gesetzt hat, das Ventil wieder rasch zu schliessen. Sobald nun der zum Handhaben genannten Ventils bestimmte Arbeiter an seinem Posten ist, lässt der Beobachter vorerst die Gebläsemaschine abstellen, und dann kann das Sicherheitsventil auf der Schleuse geöffnet werden. Der Zeiger des Manometers geht dann gleichzeitig mit der Druckabnahme rückwärts, und sobald der innere Gegendruck infolge der ausströmenden Luft so weit vermindert worden ist, dass dessen nach aufwärts wirkendes Kraftmoment, einschl. der Reibungswiderstände an der Umfangsfläche des in der Erde steckenden Theiles des Objectes, um ein Geringes kleiner geworden ist als das nach abwärts wirkende Totalgewicht desselben, wird die Senkung des letzteren beginnen. In diesem Momente ist der restirende innere Druck auf dem Manometer genau abzulesen und das Ventil zu schliessen. Behufs Controle wäre es angezeigt, durch eine selbstthätige Vorrichtung, oder in Ermangelung einer solchen durch einen Caisson-Arbeiter, welcher sich sofort verschleust, beispielsweise mittelst eines Senkbleies constatiren zu lassen, wie hoch unterdessen das Grundwasser im Arbeitsraume gestiegen ist.

Je nachdem die Terrainschichten, in welchen die Versenkung vor sich geht, sandig oder lehmig sind, dringt während der Abnahme des Luftdruckes das Grundwasser schneller oder langsamer in den unteren Arbeitsraum ein. Besteht das angeschnittene Terrain aus Schotter und Sand, so hält der Wasserandrang in der Arbeitskammer so ziemlich gleichen Schritt mit der Abnahme des Luftdruckes, besonders bei geringen Versenkungstiefen und langsamer Luftablassung. Besteht die unterste Schicht dagegen aus Lehm oder Tegel, so ist es nicht selten, dass wenn die comprimirte Luft schnell und total abgelassen wird, das Wasser erst nach einer gewissen Zeit, oft erst nach Verlauf von mehreren Stunden, anfängt, in die Arbeitskammer einzudringen. Gleichzeitig mit dem Grundwasser wird auch Erdmaterial von aussen in die Kammer gedrängt.

Trotz der stattlichen Reihe von Röhren- und Caissonversenkungen, mit welchen ich mich seit etwa 18 Jahren unmittelbar zu befassen hatte, ist es mir doch verhältnissmässig selten gelungen, die eben beschriebenen Versuche mit Erfolg machen zu können, und zwar einerseits aus dem Grunde, weil es die Umstände selten erlaubten, ein in Versenkung befindliches Object, welches allen oben aufgezählten Bedingungen vollkommen entspricht, zur Verfügung zu haben und andererseits aus Gründen, deren Darlegung nicht hierher gehört.

Wie sich die Reibungswiderstände bei Versenkungen von gemauerten Brunnen und Caissons ohne Schutzwände oder mit solchen aus Holz, zu denjenigen bei pneumatischen Fundirungen mit Verkleidungsblechen verhalten, konnte ich bisher aus eigenen Beobachtungen noch nicht ermitteln. Schon während der Versenkungsperiode der vier Strompfeiler der Rheinbrücke zwischen Strassburg und Kehl (vom 22. März bis 24. December 1859) wäre wol zu derartigen Versuchen Gelegenheit geboten gewesen, allein abgesehen davon, dass die damaligen Luftschleusen weder mit Sicherheitsventilen noch mit Manometern versehen waren, und dass die Caissons bis zur vorgeschriebenen und auch erreichten Versenkungstiefe von 20^m unter dem niedrigsten Rhein-Wasserstande vom Jahre 1848 an den Führungsketten hängen bleiben mussten, so würden die Neuheit des pneumatischen Verfahrens mit Caissons und der Mangel an Erfahrungen auf diesem Gebiete, Umstände, welche dem in Diensten der französischen Ostbahn-Gesellschaft stehenden Baupersonal (dem während 6 Jahren anzugehören ich die Ehre hatte) zur Pflicht machten, mit aller Vorsicht zu Werke zu gehen, es damals nicht zugelassen haben, einen Caisson durch plötzliches Ablassen der comprimirten Luft ruckweise zu versenken. Ein solches Experiment wäre unter obigen Verhältnissen, wo nicht als gefährlich, doch mindestens als sehr bedenklich erschienen. In Ermangelung von speciellen Versuchen behufs Feststellung des Reibungswiderstandes habe ich in folgender Tabelle für jeden der vier Pfeiler dieser Brücke die während der Versenkung vorgekommenen **geringsten Belastungen** pro Quadratmeter Reibungsfläche verzeichnet.

Es wird hier vorausgeschickt, dass die schmiedeeisernen Caissons der Rheinbrücke zwischen Strassburg und Kehl 3^m,40 äussere Wandhöhe haben, dass derjenige des Pfeilers I (Portalpfeiler der linken Stromseite) mit einer Schutzwand von Tannenholz bis zum oberen Fundamentabsatz, und diejenigen der Pfeiler II, III und IV mit nur 3^m hohen und etwa 3^{mm} dicken Verkleidungsblechen versehen sind, über welch letzteren die rauh bearbeiteten Quaderverkleidungen des Beton-Fundamentmauerwerkes während der Versenkung direct mit der Erde (Schotter mit Sand vermischt) in reibender Berührung standen.

Die beiden Portalpfeiler I und IV haben Caissons von 7^m,00 Breite, 23^m,35 Länge und 163^{qm},45 Grundfläche; die Caissons der beiden Mittelpfeiler II und III haben 7^m,00 Breite, 17^m,50 Länge und 122^{qm},50 Grundfläche.

Rheinbrücke zwischen Strassburg und Kehl. Minimalbelastungen bei Versenkung der Strompfeiler.

Pfeiler-No.	Zeit der Beobachtung	Caisson-Tiefe			Stand des Manometers Ueberdruck in Atm.	Totalgewicht der Caissons sammt Beton und Mauerwerk an diesem Tage	Auftrieb des verdrängten Wassers	Belastung nach Abzug des Auftriebes	Reibungsfläche des Pfeilers an seinem Umfange im Boden	Minimal-Belastung pro Quadratmeter Reibungsfläche im Boden	Beschaffenheit des Terrains
		im Boden	unter (Pegel-Null) Niederwasser v. 1848	unter dem Wasserspiegel							
		m	m	m		Kilogramm			qm	k	
I	1859 28. Mai	18,37	20,06	22,18	2,10	6 075 059	3 444 554	2 630 505	1 121	2 347	Bis 6,00 unter 0 Schotter, dann eine Lage Faschinen mit Tegel, dann Schotter bis zu 20,06 unter Null.
II	15. November	18,12	20,05	22,10	2,20	4 690 400	2 512 770	2 177 630	889	2 451	Bis 14,50 unter 0 nur Schotter, von 14,50 bis 17,50 fester Schotter mit Tegel, von 17,50 bis 20,05 feiner Sand mit Schotter.
III	23. December	18,39	20,00	21,00	2,00	4 567 940	2 387 700	2 180 234	901	2 417	Bis 16,00 unter 0 nur Schotter, von 16,00 bis 20,00 nur feiner Sand.
IV	14. September	14,72	20,00	21,45	2,025	6 692 666	3 361 481	3 361 481	898	3 743	Bis 20,00 unter 0 gleichmässiger Schotter, nur in der linken stromabwärtigen Ecke feiner Sand.

Da die Versenkungen unter den oben verzeichneten Minimalbelastungen, deren jede an dem betreffenden Pfeiler nur einmal und zwar unmittelbar, bevor die Tiefe von 20^m unter Null des Pegels erreicht worden war, vorgekommen ist, noch vor sich gehen konnten, ohne dass man in den Caissons den Gegendruck der comprimirten Luft vermindert hatte, so ist wol anzunehmen, dass der Reibungswiderstand geringer war als diese Minimalbelastungen.

In den im September 1858 von Seiten der Bauleitung der französischen Ostbahn-Gesellschaft aufgestellten Berechnungen behufs Projectirung der Caissons zur Kehler Rheinbrücke hat man sich zur Bestimmung des zu bewältigenden Reibungswiderstandes folgender Formeln und Werthe bedient:

$$Q = \frac{p\,h^2}{2}\,\mathrm{tg}^2\,\frac{\alpha}{2}\,;$$

darin bedeutet:

Q den normalen Erddruck pro lfd. Meter Länge am Umfang des Caisson.

p das Gewicht von 1 Cubikmeter Schotter und Sand $= 1600 - 0{,}75 \,.\, 1000 = 850^k$. *)

h die Tiefe des Caisson im Boden nach beendigter Versenkung $= 18^m{,}00$.

α den Ergänzungswinkel vom natürlichen Böschungswinkel $= 45^0$.

$$\mathrm{tg}^2\,\frac{\alpha}{2} = 0{,}17.$$

Die durchgeführte Berechnung ergiebt $Q = 23\,409^k$ als Normaldruck pro lfden Meter am Umfang des Caisson. Der Reibungscoefficient wurde mit $0{,}40$ angenommen, woraus sich dann die dem Eindringen des Caisson entgegenwirkende Reibung ergab mit

$$23\,409 \,.\, 0{,}40 = 9\,363{,}60$$

Kilogramm pro Meter Umfangslänge des Caisson und $18^m{,}00$ Tiefe in der Erde.

Aus dieser Berechnung ergab sich der Reibungswiderstand pro Quadratmeter Umfangsfläche des Pfeilers in der Erde mit nur $\frac{9364}{18} = 520^k$.

Aus directen Versuchen, welche ich später an anderen Caissons vorgenommen habe, ersah ich, dass der Reibungswiderstand in Wirklichkeit bedeutend grösser ist als der aus obiger Berechnung resultirende. Es ist daher auch erklärlich, warum die eisernen Caissons am Pfeiler I der Kehler Rheinbrücke, nachdem die Versenkung erst $3^m{,}59$ in der Erde oder $5^m{,}30$ unter dem Pegel-Null betrug, sich zu deformiren begannen und behufs weiterer Versenkung durch im Inneren angebrachte Sprengwerke von Eichenholz und Eisenbahnschienen, unter wesentlicher Gefahr und beträchtlichem Aufwand von Arbeitskräften und Kosten verstärkt werden mussten, wie dies aus Fig. 2 zu ersehen ist. An einigen Stellen, namentlich an den Ecken, Fig. 3, war die eiserne Umfangswand bis zu $0^m{,}20$ durch den Erddruck nach einwärts gebogen worden, und waren mehrere verticale Vernietungen derart geöffnet, dass das Wasser und das Geschiebe in die Arbeitskammern eindrangen.

*) Bei der Berechnung wurde also ein Gewichtsverlust des Erdreichs angenommen.

Die Caissons der drei anderen Pfeiler entgingen demselben Schicksal nur dadurch, dass die Schneiden derselben beträchtlich verstärkt wurden und dass man, sobald sie von den Gerüsten herabgelassen waren und auf der Flusssohle standen, die Wände und Decken durch im Inneren der Arbeitskammern angebrachte Gewölbchen aus Ziegelmauerwerk in Cementmörtel versteifte. Dieses Mauerwerk wurde in comprimirter Luft ausgeführt.

Abgesehen davon, dass obige Formel für den vorliegenden Fall nicht anwendbar ist, so ist aber auch der in dieselbe eingesetzte Werth für p viel zu gering angenommen; auch dürfte meines Dafürhaltens die Annahme einer Gewichtsverminderung des Erdmaterials unter Wasser eine unrichtige sein.

Gewichtsermittelungen einiger in der Donau bei Wien vorkommenden Erdmaterialien.

Die durch die Bauunternehmung Gebr. Klein, Ad. Schmoll & E. Gaertner während des Monats April 1875 in Wien ausgeführten Versuche, betreffend das Gewicht einiger Erdmaterialien, haben folgende Resultate ergeben:

1^{cbm} Wellsand, erdfeucht, aus über dem Grundwasser gelegenen Terrain gewonnen, in der Anschüttung gemessen	$1^k{,}085$ bis $1^k{,}200$
1^{cbm} Wellsand über Feuer getrocknet	$1^k{,}300$ - $1^k{,}376$
1^{cbm} - mit Wasser gesättigt .	$1^k{,}750$ - $1^k{,}820$
1^{cbm} Schlamm - - -	$1^k{,}645$ - $1^k{,}731$
1^{cbm} - über Feuer getrocknet	$1^k{,}150$
1^{cbm} Schlammbrei, erdfeucht, aus über dem Grundwasser gelegenen Terrain gewonnen, aber häufig überschwemmt gewesen	$1^k{,}815$
1^{cbm} Schotter mit Sand, gebaggert, noch nass	$1^k{,}875$
1^{cbm} Schotter mit Sand, vollständig mit Wasser gesättigt	$2^k{,}190$
1^{cbm} Schotter mit Sand, erdfeucht, über dem Grundwasserterrain gewonnen	$1^k{,}830$

Versuche des Verfassers über Reibungscoefficienten.

Reibungscoefficienten, welche auf diejenigen Materialien und Berührungsflächen, wie solche bei pneumatischen Versenkungen hauptsächlich vorkommen, Anwendung finden, waren mir früher nicht bekannt, und habe ich, um diese Lücke auszufüllen, die in nachfolgender Tabelle verzeichneten Coefficienten durch directe, im Monat März 1876 in Wien angestellte Versuche mittelst Dynamometer bestimmt.

Bezeichnung der Materialien	Reibungscoefficienten der Ruhe	der Bewegung	der Ruhe	der Bewegung	Bemerkungen
	für trockene Materialien		für nasse Materialien		
Eisenblech (ohne Niete) auf Schotter mit Sand	0,4015	0,4583	0,3348	0,4409	Jedes einzelne Resultat ist das mittlere Ergebniss aus mindestens 10 Versuchen. Zwischen je 2 Versuchen war eine Pause von 8 bis 10 Minuten. Sämmtliche Materialien waren vorn schlittenförmig abgerundet und wurden ihrer Länge nach horizontal über das Schotter- bezw. Sandbett gezogen; letzteres war gut geebnet und so fest gelagert, als es sich in seinem natürlichen (gewachsenen) Zustande befinden dürfte. Das mit Nietköpfen versehene Eisenblech hatte deren 25 Stück auf einer Fläche von 0,77 . 0,51 = $0^{qm},393$: die Nietköpfe waren halbrund, geschellt und hatten 20^{mm} Durchmesser.
Eisenblech (mit Nieten) auf - - -	0,3965	0,4911	0,4677	0,5481	
Gusseisen (ungehobeltes) auf - - -	0,3677	0,4668	0,3646	0,4963	
Granit (rauh bearbeiteter) auf - - -	0,4266	0,5368	0,4104	0,4800	
Tannenholz (geschnittenes) auf - - -	0,4088	0,5109	0,4106	0,4985	
Eisenblech (ohne Niete) auf Wellsand . . .	0,5361	0,6313	0,3655	0,3247	
Eisenblech (mit Nieten) auf - . . .	0,7269	0,8391	0,5156	0,4977	
Gusseisen (ungehobeltes) auf - . . .	0,5636	0,6063	0,4744	0,3796	
Granit (rauh bearbeiteter) auf - . . .	0,6473	0,7000	0,4728	0,5291	
Tannenholz (geschnittenes) auf - . . .	0,6633	0,7340	0,5787	0,4793	

Im Gegensatz zu den vom General Morin gemachten umfassenden und auf andere Materialien sich beziehenden Versuchen, geht aus den obigen hervor, dass für die hier in Rede stehenden rauhen Materialien der Reibungswiderstand der Ruhe, sowol bei trockenen als bei nassen Berührungsflächen, auf Schotter (Geschiebe) mit Sand vermengt durchgehends erheblich geringer ist als derjenige der Bewegung.

Dasselbe ist der Fall für die der Beobachtung unterzogenen Materialien mit trockenen Berührungsflächen auf trockenem Wellsand.

Da es sich, wie erwähnt, um Materialien mit rauhen Berührungsflächen handelt, so lässt sich die eben hervorgehobene Thatsache durch die Annahme erklären, dass während der Bewegung die kleinen Vertiefungen und Unebenheiten der Blech-, Gusseisen-, Holz- und Steinflächen sich mit trockenem Sand ausfüllen und letzterer mit fortgezogen wird, so dass es beinahe darauf hinauskäme, als wären zwei trockene Sandflächen mit einander in reibender Berührung.

Dagegen tritt bei nassen Berührungsflächen genannter Materialien, mit Ausnahme des Granits, auf nassem Wellsand das Gegentheil der hervorgehobenen Thatsache ein, d. i. die Reibung der Bewegung ist in diesem Falle geringer als diejenige der Ruhe.

Wahrscheinlich bildet hier der mit Wasser gesättigte Sand eine festere Unterlage für die darüber gleitenden nassen Körper, und es werden dann die Unebenheiten und kleinen Vertiefungen der letzteren sich nicht so leicht mit Sand ausfüllen als im trockenen Zustande der Berührungsflächen.

Bei Berechnung des Erddruckes am Umfange eines pneumatischen Fundamentes ist der Reibungscoefficient der Ruhe entsprechend dem nassen Erdmaterial und dem mit letzterem in Berührung befindlichen Verkleidungsmaterial des betreffenden Fundamentes anzunehmen, und kann derselbe aus obiger Tabelle entnommen werden.

Berechnung des Reibungswiderstandes bei pneumatischen Fundirungen.

1. Beispiel.

Versuch, ausgeführt am 2. Juni 1863 um 10 Uhr früh an der stromaufwärtigen Säule des Pfeilers V am Eisenbahn-Viaduct über die Seine zu Orival bei Elbeuf in der Normandie.

Sobald die in einer mächtigen und ziemlich gleichmässigen Schotterschicht stehende, in Fig. 4 dargestellte gusseiserne Säule, welche sich seit 32 Stunden nicht mehr bewegt hatte, allen zu einem derartigen Versuche erforderlichen Bedingungen vollkommen entsprach und um etwa $0^m,75$ unterminirt war, liess ich die Arbeiter aussteigen und das Sicherheitsventil auf der Luftschleuse behufs Luftablassung öffnen. Als der innere Luftdruck von 1,20 Atm. Ueberdruck bis auf 1 Atm. gefallen war, setzte sich die Säule in die sinkende Bewegung, ging in einem Ruck um $0^m,33$ vertical abwärts und wäre noch tiefer gegangen, wenn ich nicht sofort bei Beginn der Bewegung der weiteren Luftausströmung durch schnelles Schliessen des Sicherheitsventils Einhalt gethan hätte. Das Grundwasser war bis zum Moment der Senkung um $0^m,87$ Höhe in den unteren Ring eingedrungen.

Einige Minuten nach diesem ersten Versuche machte ich an derselben Säule einen zweiten und dritten, wobei dieselbe um $0^m,33$ bezw. $0^m,32$, also in drei unmittelbar auf einander folgenden Rucken im Ganzen um $0^m,98$ sank.

Berechnen wir beispielsweise den aus dem ersten Versuch resultirenden Reibungswiderstand.

Die Säule war aus folgenden Theilen zusammengesetzt:

1 unterer Ring von $1^m,_{00}$ Höhe im Gewichte von	5 840^k
Gusseisentheile der Crinoline sammt Bolzen .	2 166^k
12 Fundamentringe von je $1^m,_{00}$ Höhe zu $3^k,_{900}$	46 800^k
Gusseiserne Unterlagplatte der Luftschleuse .	1 366^k
520 Verbindungsschrauben der Ringe unter sich	874^k
Schmiedeeiserne Luftschleuse sammt Zubehör	6 450^k
Holzverkleidung des Steigeschachtes $6^m,_{65}$ zu 100	665^k
Beton einschl. Crinoline-Mauerwerk $67^{cbm},_{752}$ zu $2^k,_{33}$	158 060^k
Totalgewicht der Säule am 2. Juni 1863	222 231^k

Hiervon abzuziehen:

Auftrieb des verdrängten Wassers bezw. Gewichtsverlust des unter dem äusseren Wasserspiegel stehenden Theiles der Säule in dem Momente, als der Reibungswiderstand überwunden war und die Senkung begann:

$$[(10,_{20} . 10,_{1788}) + (1,_{00} . 10,_{3491}) - (0,_{87} . 9,_{7868})] . 1000 = 105\,659^k$$

folglich waren zur Ueberwindung der Reibung erforderlich . . . . 116 572^k

oder für einen verticalen Streifen Umfangsfläche der Säule in der Erde von $1^m,_{00}$ Breite und $7^m,_{75}$ Höhe

$$\frac{116\,572}{11,_{31}} = 10\,307^k,$$

oder pro Quadratmeter Reibungsfläche der Säule

$$\frac{116\,572}{87,_{65}} = 1\,330^k.$$

Dasselbe Resultat wird erzielt, wenn man den bei Beginn der Senkung in der Säule restirenden Luftdruck pro Quadratcentimeter mit der horizontalen Querschnittsfläche der als voll betrachteten Säule multiplicirt und zuzüglich des Gewichtes des durch die unter dem inneren Wasserspiegel eintauchende Wandung des unteren Ringes verdrängten Grundwassers, von dem oben berechneten Totalgewicht der Säule abzieht, also:

$$222\,231 - [(10,_{1788} . 1,_{033}) + (0,_{87} . 11,_{247} . 0,_{05} . 1000)] = 116\,584^k.$$

Die Differenz zwischen beiden Resultaten ist zu gering (sie beträgt nur 0,00103 pCt.), um uns auf das Aufsuchen der Ursache derselben einzulassen.

Zu erwähnen ist noch, dass die einzelnen aus einem Stück bestehenden und auf der Baustelle an ihren Flanschen abgedrehten und mit gebohrten Bolzenlöchern versehenen Ringe der Säule vor der Montirung mit einem zweifachen Menniganstrich allseitig überzogen worden waren. Es ist jedoch anzunehmen, dass dieser zum grossen Theil gewiss nutzlose Anstrich infolge der Reibung während der Versenkung nicht intact geblieben ist.

2. Beispiel.

Versuch, ausgeführt am 5. November 1868 um 12 Uhr Mittags an dem vorderen Caisson des rechtsseitigen Widerlagers der Eisenbahnbrücke über die Donau zwischen Wien und Stadlau (k. k. Staatsbahn-Gesellschaft).

Der in Fig. 5 dargestellte Caisson befand sich in einer nur durch den Leinpfad vom Ufergrate der Donau getrennten und vor Installirung der pneumatischen Versenkung bis auf $0^m,_{53}$ über dem Nullwasserstand im Trockenen ausgehobenen Baugrube.

Das Terrain bestand aus verschiedenen mit mehr oder weniger Sand vermischten Schotterschichten.

Der Caisson ist von länglich-viereckiger Grundform mit senkrechten Umfassungswänden; die vier Ecken sind im horizontalen Sinne nach dem Radius von $0^m,_{25}$ abgerundet.

Nachdem der frei und vertical stehende Caisson um etwa $0^m,_{15}$ untergraben war, und die Arbeiter sich aus der comprimirten Luft entfernt hatten, liess ich durch das Oeffnen eines der auf beiden Luftschleusen befindlichen Sicherheitsventile langsam Luft ausströmen. Als der innere Luftdruck von 0,50 Atm. Ueberdruck bis auf 0,05 Atm. gefallen war, sank der Caisson mit einem Ruck um $0^m,_{17}$. Das Grundwasser hatte bis zum Beginn der sinkenden Bewegung den unteren Arbeitsraum ganz und die beiden Schachte auf je $2^m,_{19}$ Höhe über der Caissondecke angefüllt, war also im Ganzen um $4^m,_{39}$ hoch über die Schneide des Caisson gestiegen.

Es betrug das Gewicht

des Caisson selbst	23 700^k
der beiden Schachtrohre	2 930^k
der beiden Luftschleusen	7 000^k
der 5 Reihen Verkleidungsbleche	7 880^k
des Strebemauerwerkes im Arbeitsraum $= 30,_{18} . 2225 =$	67 150^k
des Beton auf der Caissondecke $= 27,_{71} . 2250 =$	62 348^k
des Mauerwerkes $= 274,_{54} . 2225 =$ . . .	610 852^k
Totalgewicht des Pfeilers	781 860^k

Hiervon gehen ab:

Auftrieb des verdrängten Wassers, bezw. Gewichtsverlust des unter dem Wasserspiegel der Donau, welcher in der Baugrube auf derselben Höhe stand, befindlichen Theiles

$$= 63,_{40} . 4,_{91} . 1000 = 311\,294^k$$

minus dem Gewichte des eingedrungenen Grundwassers

$$[(63,_{40} . 2,_{20} - 30,_{18}) + (2.0,_{866} . 2,_{19})] . 1000 = 113\,093^k$$

bleibt Gewicht des verdrängten Wassers 198 201^k

Zur Ueberwindung der Reibung waren erforderlich . . . . 583 659^k

oder für einen verticalen Streifen von $1^m,_{00}$ Breite und $5^m,_{53}$ Höhe am Umfange des Pfeilers

$$\frac{583\,659}{36,_{77}} = 15\,873^k,_{24},$$

oder für jeden Quadratmeter Reibungsfläche am Umfange des Pfeilers in der Erde

$$\frac{583\,659}{203,_{34}} = 2\,870^k,_{36}.$$

Auch hier wird bei genauer Berechnung dasselbe Resultat erzielt, wenn man den im Moment der Senkung constatirten inneren Luftdruck, welcher wie der Kolben einer hydraulischen Presse direct auf der Oberfläche des bis in die Förderschicht eingedrungenen Grundwassers lastet, und somit auch durch das letztere nach allen Seiten sich geltend machenden Druckes auf die ganze Deckenfläche des Caisson nach aufwärts zurückwirkt, mit der Grundfläche des Caisson in Quadratcentimeter multiplicirt und plus dem Gewichtsverluste des unter dem inneren Grundwasserspiegel eingetauchten Theiles des Pfeilers von dem berechneten Totalgewicht des letzteren in Abzug bringt:

$$781\,860 - [(634\,000 \,.\, 0{,}05 \,.\, 1033) + \\ + (63{,}40 \,.\, 4{,}39 \,.\, 1000 - 113\,093)] = 583\,881^{k}.$$

Die Differenz zwischen diesem und dem vorhergehenden Resultate beträgt nur 222^{k} oder 0,00038 pCt., und da dieselbe auf das Endresultat keinen nennenswerthen Einfluss auszuüben im Stande ist, so können wir beruhigt darüber hinweggehen.

Wie bereits erwähnt worden ist, kann es vorkommen, dass wenn sich ein Caisson in einer Tegelschicht befindet, dann trotz der inneren Druckverminderung durch theilweises oder auch durch gänzliches Ablassen der comprimirten Luft das Grundwasser nicht in die untere Arbeitskammer eindringt. Dies war unter anderen der Fall bei den Versuchen, welche ich während der Versenkung des Pfeilers No. I (Haupt-Strompfeiler) der Wien-Stadlauer Donaubrücke am 31. December 1868 sowie am 2. und 4. Januar 1869 anstellte.

Dringt bei eingetretener Senkung des Caisson, infolge **theilweiser Verminderung des inneren Luftdruckes** das Grundwasser nicht in den unteren Arbeitsraum ein, so ist behufs Berechnung des Reibungswiderstandes der Auftrieb auf zweierlei Weise zu ermitteln und zwar vorerst dadurch, dass man den restirenden inneren Luftdruck, in Kilogramm pro Quadratcentimeter, mit der Grundfläche des Caisson (vorausgesetzt, dessen Umfassungswand sei nicht geböscht), ebenfalls in Quadratcentimeter, multiplicirt; dann zweitens dadurch, dass man annimmt, die Säule des durch das in Versenkung stehende Object verdrängten Wassers habe nur die der Niveaudifferenz zwischen der Oberfläche der als wasserdicht betrachteten Tegelschicht und dem äusseren Wasserspiegel entsprechende Höhe; denn wenn das Wasser nicht unter die Oberfläche der genannten Erdschicht dringen kann, so kann auch in der Tiefe dieser Erdschicht von einem Deplacement des Wassers füglich nicht die Rede sein. Von den beiden derart berechneten Resultaten ist das grössere als dem wirklichen Auftrieb bezw. als das dem Gewichtsverluste des eingetauchten Theiles des Objectes entsprechende anzusehen und vom Totalgewichte des letzteren abzuziehen; der Rest beziffert den Reibungswiderstand.

3. Beispiel.

Mit Bezug auf das oben Gesagte berechnen wir beispielsweise hier den Reibungswiderstand, welcher sich aus dem am 4. Januar 1869 um 12 Uhr Mittags am Strompfeiler No. I (zunächst dem rechtsseitigen Donauufer) der Stadlauer Donaubrücke vorgenommenen Versuche ableiten lässt:

Das Gewicht der Eisenbestandtheile des Caisson sammt den darauf montirten Verkleidungsblechen, Schachtröhren und Luftschleusen betrug	$56\,082^{k}$
Das Gewicht des Beton und des Mauerwerkes auf der Caissondecke einschl. der Strebenausmauerung in der Arbeitskammer war	$1\,270\,050^{k}$
Totalgewicht des Fundamentes am 4. Januar 1869	$1\,326\,132^{k}$

Als nun nach Oeffnung der Sicherheitsventile auf beiden Luftschleusen der innere Luftdruck von 1 Atm. bis auf 0,85 Atm. gefallen war, fing der Caisson an, sich zu senken und sank infolge weiterer Luftausströmung nach und nach im Verlauf von etwa einer Minute um $0^{m},47$ Tiefe. Das Grundwasser war in den Caisson, welcher sich schon vor der in Rede stehenden Senkung in einer festen und nur mittelst Hacken lösbaren Tegelschicht von $1^{m},14$ Dicke befand, nicht eingedrungen. Diese Tegelschicht, deren Mächtigkeit eine sehr bedeutende zu sein scheint, lag mit ihrer Oberfläche bei $8^{m},21$ unter dem Nullwasser bezw. $8^{m},34$ unter dem an genanntem Tage constatirten Wasserspiegel, welch letzterer $0^{m},13$ über dem **alten** Null-Pegel stand.

Das Gewicht der durch den Pfeiler verdrängten Wassermasse, deren verticale Höhe zwischen Wasserspiegel und Tegelschicht hier mit $8^{m},34$ angenommen wird, war $= 72{,}38 \,.\, 8{,}34 \,.\, 1000 = 603\,649^{k}$, wogegen der Auftrieb der im Caisson restirenden comprimirten Luft im Moment der Senkung

$$723\,800 \,.\, 0{,}85 \,.\, 1{,}033 = 635\,532^{k}$$

betrug. Dieses letztere Resultat ist, als das grössere von den beiden eben ermittelten, vom Totalgewichte des Objectes abzuziehen. Der Reibungswiderstand am Umfange des Fundamentes auf eine mittlere Tiefe*) von $5^{m},72$ in der Erde betrug somit

$$1\,326\,132 - 635\,532 = 690\,600^{k}.$$

Dringt auch bei **gänzlicher Ablassung** der **comprimirten Luft** aus dem Caisson das Grundwasser nicht in den Arbeitsraum des letzteren ein, so ist das Gewicht der durch das Pfeilerfundament verdrängten Wassermasse, und zwar nur auf die der Niveaudifferenz zwischen dem Wasserspiegel und der wasserdichten Erdschicht entsprechenden Höhe vom Totalgewichte des in Versenkung stehenden Pfeilers in Abzug zu bringen; der Rest ist als Reibungswiderstand zu betrachten. Unter der Voraussetzung, dass die obigen Zahlenbeispiele

*) Die Terrainoberfläche (Stromsohle) war am Umfang dieses Pfeilers sehr uneben und wechselte mit jedem Tag; am 4. Januar 1869 lag beispielsweise der höchste Punkt des Terrains um den Caisson bei $2^{m},08$ und der tiefste bei $4^{m},92$ unter dem Nullwasser. Bei jedem Versuche erneuerte ich meine Sondirungsprofile.

den Vorgang, welchen ich bei den Versuchen und bei Berechnung der Reibungswiderstände befolgt habe, zur Genüge verdeutlicht haben, erlaube ich mir nun zur Vorführung der tabellarischen Zusammenstellungen der bis jetzt in meinem Wirkungskreise zu Stande gebrachten diesbezüglichen Resultate überzugehen.

Laufende Nummer der Beobachtung	Epoche der Beobachtung: Monat	Datum	Tageszeit	Stand des Caisson bezw. Rohres. Tiefen: mittlere in der Erde m	unter Pegel-Null m	unter Wasserspiegel m	Höhe des Mauerwerkes über der Decke des Arbeitsraumes	Stand des Manometers. Ueberdruck in Atmosphären: vor Ablassung comprimirter Luft	im Moment der Senkung	Depression	Totalgewicht des Objects an Eisen, Beton, Mauerwerk u.s.w. Kilogramm	Im Moment der Senkung betrug: der Auftrieb d. verdrängten Wassers bezw. der comprimirt. Luft Kilogramm	die Belastung nach Abzug des Auftriebes Kilogramm	Reibungsfläche des Pfeilers an seinem Umfange in der Erde in Quadratmeter	Reibungswiderstand pro Quadratmeter Reibungsfläche des Pfeilers in der Erde Kilogramm	Reibungswiderstand pro Meter Pfeilerumfang in der Erde Kilogramm	Senkung des Objectes im Moment der angegebenen Depression
A. Viaduct über die Seine zu Orival (Eisenbahn von Serquigny nach Rouen).																	
a) Pfeiler No. V, stromaufwärtige Säule.																	
1	1863 Juni	2	10 Uhr Morgens	7,75	9,70	11,20	6,91	1,200	1,000	0,200	222 231	105 659	116 572	87,65	1329,97	10 307	0,33
2	do.	do.	do.	8,08	10,03	11,53	6,91	1,200	0,800	0,400	222 231	97 600	124 631	91,38	1363,87	11 020	0,33
3	do.	do.	do.	8,41	10,36	11,86	6,91	1,200	0,600	0,600	222 231	98 647	123 584	95,12	1299,24	10 927	0,32
b) Pfeiler No. V, stromabwärtige Säule.																	
4	do.	5	do.	7,94	9,39	10,30	7,00	1,100	0,950	0,150	222 231	100 273	121 958	89,80	1358,11	10 783	0,50
5	do.	5	2 Uhr Nachm.	8,79	10,24	11,19	7,00	1,200	0,400	0,800	222 231	90 497	131 734	99,41	1325,26	11 649	0,56
6	do.	22	do.	12,20	13,65	14,30	7,00	1,450	0,500	0,950	246 348	120 250	126 098	137,98	913,88	11 149	0,50
7	do.	23	6 Uhr Abends	13,15	14,60	15,15	7,00	1,600	0,500	1,100	246 348	128 093	118 255	148,73	795,09	10 455	0,10
c) Rechtsseitiger Landpfeiler, stromabwärtige Säule.																	
8	September	3	2 Uhr Nachm.	16,45	16,10	16,75	9,50	1,800	0,500	1,300	300 176	142 861	157 315	186,05	845,55	13 909	0,18
9	do.	3	10 Uhr Abends	16,67	16,28	17,53	9,50	1,800	0,400	1,400	300 176	141 270	158 906	188,54	842,82	14 050	0,22
10	do.	4	10 Uhr Morgens	16,86	16,51	17,66	9,50	1,800	0.300	1,500	300 176	131 423	168 753	190,69	884,96	14 921	0,12
d) Rechtsseitiger Landpfeiler, stromaufwärtige Säule.																	
11	do.	17	6 Uhr Abends	15,10	14,90	16,00	5,82	1,700	0,300	1,400	226 563	98 572	127 991	170,78	749,45	11 317	0,20
12	do.	18	2 Uhr Nachm.	15,80	15,60	16,45	5,82	1,800	0,500	1,300	226 563	118 654	107 909	178,70	603,86	9 541	0,15
13	do.	18	10 Uhr Abends	15,95	15,75	17,35	5,82	1,800	0,500	1,300	226 563	119 150	107 403	180,39	595,39	9 497	0,20
14	do.	21	6 Uhr Morgens	16,58	16,38	17,40	10,12	1,800	0,300	1,500	312 837	136 752	176 085	187,52	939,02	15 569	0,17

Anmerkungen.

Versuch No. 1 fand statt, nachdem die Säule während 32 Stunden sich nicht bewegt hatte.
Zwischen den Versuchen No. 1, 2 und 3 waren nur Pausen von einigen Minuten eingetreten.
Versuch No. 4 fand statt, nachdem die Säule während 4 Stunden sich nicht bewegt hatte.
- - 5 - - - - - - 4 - - - - - -
- - 6 - - - - - - 4 - - - - - -

Trotzdem beim Versuch No. 7 die Säule stark unterminirt und anscheinend unten ganz frei war, trotzdem ferner nur ncch ½ Atm. Luftdruck darin war, senkte sie sich nicht weiter und musste behufs Beendigung der Versenkung nochmals mit Beton belastet werden.

Versuch No. 8 fand statt, nachdem die Säule während 18 Stunden sich nicht bewegt hatte.
- - 9 - - - - - - 8 - - - - - -
- - 10 - - - - - - 12 - - - - - -

Das Resultat des Versuches No. 14 ist nicht massgebend, weil die Säule sich mit ihrem unteren Theil in einer mächtigen, kreideartigen Mergelschicht, bestehend aus Geröll und Blöcken, welch letztere mit Anwendung von eisernen Keilen und Krampen zertheilt werden mussten, befand, und es öfter vorkam, dass die Senkung durch einzelne grosse Steine verhindert oder erschwert wurde. Die sämmtlichen Säulen dieses Viaductes (14 Stück zu 5 Mittel- und 2 Landpfeilern) haben unter dem Nullwasser $3^{m},60$ und über demselben, d. i. ausserhalb des Fundamentes, $3^{m},20$ äusseren Durchmesser.

B. Wien-Stadlauer-Donaubrücke der k. k. priv. Staatsbahn-Gesellschaft.

Laufende Nummer der Beobachtung	Epoche der Beobachtung			Stand des Caisson bezw. Rohres. Tiefen			Höhe des Mauerwerkes über der Decke des Arbeitsraumes	Stand des Manometers. Ueberdruck in Atmosphären			Totalgewicht des Objects an Eisen, Beton, Mauerwerk u.s.w.	Im Moment der Senkung betrug		Reibungsfläche des Pfeilers an seinem Umfange in der Erde in Quadratmeter	Reibungswiderstand pro		Senkung des Objectes im Moment der angegebenen Depression
	Monat	Datum	Tageszeit	mittlere in der Erde m	unter Pegel-Null m	unter Wasserspiegel m		vor Ablassung comprimirter Luft	im Moment der Senkung	Depression	Kilogramm	der Auftrieb d. verdrängten Wassers bezw. der comprimirt. Luft	die Belastung nach Abzug des Auftriebes		Quadratmeter Reibungsfläche des Pfeilers in der Erde	Meter Pfeilerumfang in der Erde	
												Kilogramm			Kilogramm		
a) Vorderer Caisson des rechtsseitigen Landpfeilers.																	
15	1868 November	5	12 Uhr Mittags	5,53	5,35	4,91	4,95	0,500	0,050	0,450	781 860	198 201	583 659	203,34	2870,36	15 873	0,17
16	do.	12	8 Uhr Morgens	6,62	6,80	5,98	5,53	0,585	0,100	0,485	927 130	265 069	662 061	243,12	2719,83	18 005	0,08
17	do.	13	do.	7,05	7,28	6,46	5,53	0,635	0,100	0,535	945 431	294 674	650 757	259,33	2509,34	17 691	0,15
18	do.	14	do.	7,30	7,55	6,73	5,53	0,660	0,100	0,560	945 431	311 337	634 094	268,42	2365,32	17 267	0,20
19	do.	16	4 Uhr Nachm.	7,45	7,95	7,10	5,53	0,695	0,400	0,295	929 120	339 506	589 614	273,94	2152,35	16 035	0,05
b) Stromaufwärtiger Eck-Caisson des rechtsseitigen Landpfeilers.																	
20	1869 März	7	4 Uhr Nachm.	7,44	7,79	7,17	5,05	0,705	0,000	0,705	196 281	67 584	128 697	100,96	1274,73	9 484	0,21
c) Stromabwärtiger Eck-Caisson des rechtsseitigen Landpfeilers.																	
21	März	10	4 Uhr Nachm.	7,40	7,80	7,07	5,05	0,695	0,000	0,695	204 299	66 440	137 859	100,42	1372,82	10 159	0,20
d) Strompfeiler-Caisson No. I, im Thalweg.																	
22	1868 December	28	8 Uhr Abends	3,62	7,89	8,62	5,68	0,850	0,700	0,150	1 077 794	538 800	538 994	138,95	3879,05	14 042	0,32
23	do.	31	4 Uhr Nachm.	4,31	8,63	9,19	6,55	1,000	0,750	0,250	1 168 023	560 764	607 259	165,25	3674,79	15 838	0,16
24	1869 Januar	2	8 Uhr Morgens	4,47	8,79	9,17	6,72	0,950	0,850	0,100	1 194 415	635 532	558 883	171,38	3261,07	14 576	0,31
25	do.	4	12 Uhr Mittags	5,72	9,35	9,48	7,56	1,000	0,850	0,150	1 326 132	635 532	690 600	219,36	3148,70	18 010	0,47

Anmerkungen.

Die drei Caissons des rechtsseitigen Landpfeilers wurden auf der bei $0^m,53$ über dem Nullpegel gelegenen Sohle einer Baugrube montirt und darin versenkt. Da bei den Versuchen von No. 15 bis einschl. No. 21 das Gewicht des auf einer gewissen Höhe über der Caisson-Decke, behufs späterer Aufbringung der Sockelquaderschichten, abgeglichenen Fundamentmauerwerkes nicht immer genügte, so musste Schotter mit Sand vermischt als Belastung darauf verwendet werden, und habe ich deren Gewicht damals mit 2000^k pro Cubikmeter in obigen Berechnungen angenommen.

Zu den Versuchen No. 23, 24 und 25 ist zu bemerken, dass während der Depression kein Grundwasser in den Arbeitsraum eingedrungen war, weil der Caisson sich in einer starken Tegelschicht befand. Letztere war an ihrer Oberfläche weich und plastisch, mit der Tiefe nahm sie jedoch an Härte zu, so zwar, dass sie nur mühsam mittelst Krampen gelöst werden konnte. Vielleicht dürfte in der felsartigen Beschaffenheit dieser Schicht, welche das freie Sinken des untergrabenen Caisson beeinträchtigte, die theilweise Ursache des abnorm grossen Reibungswiderstandes zu suchen sein. Da der Tegel während der Abgrabung bei senkrechten Wänden stehen blieb, so konnte derselbe an und für sich am Umfange des Caisson keinen Erddruck und keine aus letzterem hervorgehende Reibung ausüben, es sei denn, dass der (durch das von oben und längs der Caisson-Wände nachsickernde Wasser) breiartig aufgelöste und klebrige Tegel am Caisson haften blieb und infolge dieses Umstandes einen Reibungswiderstand erzeugte.

Obgleich die Versenkung dieses Caisson erst bei $16^m,24$ unter dem Nullpegel abgeschlossen wurde, konnten keine weiteren Versuche mehr vorgenommen werden, weil sich derselbe während der Senkung vom 4. Januar 1869 ziemlich stark nach vorn und nach der Stromseite (infolge des einseitigen Erddruckes) geneigt hatte, welche Neigungen erst im Verlauf der folgenden Senkungen nach und nach durch Anwendung von Unterlagen unter der Schneide und von verticalen Verbölzungen unter der Caisson-Decke beseitigt werden konnten. Sowol diese als auch die Caissons der sub C, D und E bezeichneten Brücken waren nicht angestrichen.

Laufende Nummer der Beobachtung	Epoche der Beobachtung: Monat	Datum	Tageszeit	Stand des Caisson bezw. Rohres. Tiefen: mittlere in der Erde m	unter Pegel-Null m	unter Wasserspiegel m	Höhe des Mauerwerkes über der Decke des Arbeitsraumes	Stand des Manometers. Ueberdruck in Atmosphären: vor Ablassung comprimirter Luft	im Moment der Senkung	Depression	Totalgewicht des Objects an Eisen, Beton, Mauerwerk u.s.w. Kilogramm	Im Moment der Senkung betrug: der Auftrieb d. verdrängten Wassers bezw. der comprimirt. Luft Kilogramm	die Belastung nach Abzug des Auftriebes Kilogramm	Reibungsfläche des Pfeilers an seinem Umfange in der Erde in Quadratmeter	Reibungswiderstand pro Quadratmeter Reibungsfläche des Pfeilers in der Erde Kilogramm	Reibungswiderstand pro Meter Pfeilerumfang in der Erde Kilogramm	Senkung des Objectes im Moment der angegebenen Depression
C. Donaubrücke bei Steyeregg (Ober-Oesterreich) auf der Strecke von Linz nach Budweis; k. k. priv. Elisabethbahn-Gesellschaft.																	
a) Rechtsseitiger Inundationspfeiler (in einem todten Arm).																	
26	1870 Juni	29	12 Uhr Mittags	5,82	5,30	6,12	5,90	0,600	0,300	0,300	457 130	120 726	336 404	127,63	2635,77	15 340	0,25
27	Juli	6	do.	9,18	8,66	9,16	8,00	0,900	0,200	0,700	590 384	198 408	391 976	201,32	1947,02	17 874	0,12
b) Mittelpfeiler No. V (auf der rechtsseitigen Berme).																	
28	August	4	6 Uhr Abends	3,53	2,75	3,35	2,00	0,325	0,225	0,100	356 900	134 025	222 875	108,19	2060,03	7 272	0,12
29	do.	27	12 Uhr Mittags	10,35	9,55	10,55	7,25	1,021	0,300	0,721	1 106 000	480 478	625 522	317,23	1971,82	20 408	0,27
c) Strompfeiler No. II (auf einer Sandbank im Strombett).																	
30	1871 April	8	1 Uhr Mittags	11,96	11,86	12,04	{7,80 {1,50 Wasser	1,166	0,000	1,166	1 195 000	556 240	638 760	366,57	1742,53	20 841	0,14
D. Donaubrücke bei Wien, für die k. k. priv. Oesterr. Nordwestbahn.																	
a) Rechtsseitiger Landpfeiler.																	
31	1870 November	14	6 Uhr Abends	4,85	7,65	8,44	6,20	0,830	0,730	0,100	1 053 400	552 606	500 794	184,54	2713,74	13 162	0,10
32	do.	15	do.	5,10	7,90	8,66	6,35	0,860	0,740	0,120	1 078 800	560 244	518 556	194,05	2672,21	13 628	0,14
33	do.	16	12 Uhr Mittags	5,33	8,04	8,65	6,45	0,855	0,705	0,150	1 094 600	533 746	560 854	202,81	2765,91	14 742	0,41
34	do.	17	do.	5,92	8,45	9,05	6,55	0,895	0,715	0,180	1 110 400	541 316	569 084	225,26	2526,34	14 956	0,16
35	do.	17	6 Uhr Abends	6,15	8,61	9,21	6,60	0,910	0,710	0,200	1 118 300	537 531	580 769	234,01	2481,81	15 263	0,38
36	do.	20	12 Uhr Mittags	7,25	9,12	9,70	7,15	0,950	0,770	0,180	1 206 900	582 296	624 604	275,86	2264,21	16 416	0,24
37	do.	21	6 Uhr Abends	7,60	9,36	9,86	7,50	0,975	0,795	0,180	1 262 200	601 783	660 417	289,18	2283,76	17 357	0,26
38	do.	22	6 Uhr Morgens	7,67	9,62	10,17	7,60	1,005	0,805	0,200	1 278 000	609 454	668 546	291,84	2290,79	17 570	0,27
39	do.	23	6 Uhr Abends	7,70	9,89	10,49	8,00	1,035	0,835	0,200	1 341 200	632 167	709 033	292,98	2420,01	18 634	0,29
40	do.	24	12 Uhr Mittags	7,80	10,18	10,83	8,25	1,075	0,875	0,200	1 380 700	662 450	718 250	296,79	2420,06	18 876	0,26
41	do.	26	6 Uhr Morgens	8,00	10,62	11,32	8,35	1,120	0,880	0,240	1 398 200	685 591	712 608	304,40	2341,02	18 728	0,25
42	do.	26	6 Uhr Abends	8,30	10,87	11,57	8,50	1,145	0,895	0,250	1 422 000	700 374	721 626	315,81	2284,99	18 965	0,38
43	do.	27	6 Uhr Morgens	8,70	11,25	11,96	8,50	1,190	0,910	0,280	1 422 000	720 192	701 808	331,04	2120,01	18 444	0,35
44	do.	28	12 Uhr Mittags	9,06	11,60	12,26	8,60	1,215	1,015	0,200	1 439 500	768 442	671 058	344,73	1946,62	17 636	0,19
45	do.	28	6 Uhr Abends	9,25	11,79	12,46	8,70	1,240	0,970	0,270	1 455 300	761 303	693 997	351,96	1971,79	18 239	0,08
46	do.	29	6 Uhr Abends	9,51	12,01	12,51	9,00	1,245	1,005	0,240	1 502 700	777 919	724 780	361,85	2002,98	19 048	0,09
47	do.	30	6 Uhr Morgens	9,63	12,10	12,57	9,00	1,245	0,995	0,250	1 502 700	774 892	727 808	366,42	1986,21	19 127	0,05
48	do.	30	12 Uhr Mittags	9,70	12,15	12,65	9,20	1,250	0,980	0,270	1 534 300	802 044	732 256	369,08	1984,00	19 245	0,23
49	December	1	Mittag	10,10	12,56	13,04	9,50	1,290	0,990	0,300	1 581 700	830 275	751 425	384,30	1955,31	19 749	0,19
50	do.	1	Mitternacht	10,29	12,75	13,15	9,60	1,305	0,975	0,330	1 597 500	837 997	759 503	391,53	1939,83	19 961	0,21
51	do.	2	Mittag	10,51	12,96	13,36	9,70	1,320	0,920	0,400	1 613 300	852 404	760 896	399,90	1902,72	19 998	0,04
52	do.	3	6 Uhr Morgens	10,54	13,04	13,34	9,90	1,330	0,930	0,400	1 644 900	851 103	793 797	401,05	1979,29	20 872	0,11
53	do.	3	Mittag	10,65	13,15	13,43	9,95	1,340	0,840	0,500	1 654 500	856 439	798 061	405,23	1969,40	20 974	0,20
54	do.	3	6 Uhr Abends	10,74	13,35	13,65	10,00	1,360	0,810	0,550	1 662 400	871 871	790 529	408,65	1934,49	20 776	0,05
55	do.	9	9 Uhr Abends	12,04	14,60	14,46	10,70	1,445	0,000	1,445	1 774 700	919 667	855 033	458,12	1866,40	22 714	0,26
	do.	9	do.	12,30	14,86	14,72	Versenkung ist beendet.										

Laufende Nummer der Beobachtung	Epoche der Beobachtung			Stand des Caisson bezw. Rohres. Tiefen			Höhe des Mauerwerkes über der Decke des Arbeitsraumes	Stand des Manometers. Ueberdruck in Atmosphären			Total-gewicht des Objects an Eisen, Beton, Mauer-werk u.s.w.	Im Moment der Senkung betrug		Reibungsfläche des Pfeilers an seinem Umfange in der Erde in Quadratmeter	Reibungswiderstand pro		Senkung des Objectes im Moment der angegebenen Depression
	Monat	Datum	Tages-zeit	mittlere in der Erde	unter Pegel-Null	unter Wasser-spiegel		vor Ablassung comprimirter Luft	im Moment der Senkung	Depression		der Auftrieb d. verdrängten Wassers bezw. der comprimirt. Luft	die Belastung nach Abzug des Auftriebes		Quadratmeter Reibungsfläche des Pfeilers in der Erde	Meter Pfeilerumfang in der Erde	
				m	m	m					Kilogramm	Kilogramm			Kilogramm		
E. Kronprinz Rudolph- (Reichsstrassen-) Brücke über die Donau in Wien. Strompfeiler No. VIII.																	
56	1872 December	4	—	6,85	9,05	8,15	5,38	0,789	0,710	0,079	1 523 774	786 135	737 639	330,31	2233,17	15 297	—

Anmerkung.

In dem die Fundirungsarbeiten der Nordwestbahn-Brücke betreffenden Versenkungsjournal der Bauunternehmung ist hervorgehoben, dass während der Versuche von No. 31 bis einschl. No. 47 nach eingetretener Depression, bezw. im Moment der Senkung, kein Grundwasser in den Arbeitsraum des Caisson eingedrungen war, so dass nach stattgehabter Senkung die Arbeit in comprimirter Luft sofort wieder begonnen werden konnte. Es dürfte dies, meiner Erfahrung gemäss, richtig sein, insofern die Luft möglichst schnell abgelassen und während dieser Operation das Gebläse unausgesetzt in Gang gehalten worden ist, und solange die Depression in analogen Terrainschichten nicht $\frac{1}{10}$ Atm. übersteigt. Uebrigens ist es ohne Zuhilfenahme von hierzu geeigneten selbstthätigen Apparaten nicht leicht möglich, genau zu constatiren, ob die Depression ein Eindringen des Grundwassers und bis zu welcher Höhe zur Folge hatte oder nicht, weil zwischen Abschluss der Luftablassung und Ankunft der Arbeiter in den unteren Arbeitsraum immerhin eine gewisse Zeit verstreicht, welche für das Gebläse je nach den obwaltenden Umständen genügt, um den zur Trockenlegung des Caisson erforderlichen Luftdruck wieder herzustellen. Daher ist in obiger Tabelle der jedesmalige Auftrieb für die Versuche No. 41, 42, 43, 45, 46 und 47, während welcher die Depression mehr als $\frac{1}{10}$ Atm. betrug, das mittlere Resultat aus den für beide Fälle durchgeführten Berechnungen, einmal unter der Annahme, es sei kein Grundwasser, und das andere Mal, letzteres sei entsprechend der Depression (minus der Differenz zwischen der factischen Höhe der Wassersäule und derjenigen, welche sich aus dem Stande des Manometers vor Ablassung der comprimirten Luft berechnen lässt) in den Caisson eingedrungen. Der durch Annahme dieser mittleren Resultate bei den in Rede stehenden 6 Beobachtungen eventuell begangene Fehler ist nicht von Belang, und beträgt höchstens $3\frac{1}{4}$ pCt., indem die für beide Fälle durchgeführten Berechnungen gezeigt haben, dass wenn wirklich kein Grundwasser eingedrungen wäre, der Reibungswiderstand durchschnittlich um $137^{k},53$ pro Quadratmeter Reibungsfläche grösser gewesen sein würde als im entgegengesetzten Falle.

Bei Berechnung des Reibungswiderstandes der Versuche von einschl. No. 48 bis 55 ist dem Versenkungsjournal gemäss angenommen, dass das Grundwasser entsprechend der Depression (minus der oben erwähnten Höhendifferenz zwischen der factischen und theoretischen Wassersäule) in den Arbeitsraum eingedrungen war.

Schliesslich wird noch bemerkt, dass die Versuche von No. 1 bis einschl. No. 25 durch den Verfasser selbst, die anderen dagegen nach seinem Schema durch die während der betreffenden Bauperioden unter seiner Leitung gestandenen Ingenieure gemacht worden sind.

Aus den obigen Erfahrungsresultaten geht deutlich hervor, dass in gleichartigen Erdschichten mit der zunehmenden Tiefe des versenkten Gegenstandes in der Erde der Reibungswiderstand pro Quadrateinheit der Reibungsfläche nach einem bestimmten Gesetze abnimmt, woraus der Schluss gezogen werden kann, dass mit der zunehmenden Tiefe diese Erdschichten an Consistenz und Cohäsion zunehmen und infolge dessen einen geringeren Normaldruck auf die Wände des Objectes ausüben, als dies in den oberen Ablagerungen der Fall ist, und dass der natürliche Böschungswinkel mit der zunehmenden Versenkungstiefe gewissen Alterationen unterworfen ist.

Auf Blatt 12 folgen noch die Darstellung der Bodenermittelungen während der pneumatischen Versenkungen, und auf beiden Blättern 11 und 12 die Grundrisse der Röhren und Caissons, auf welche sich die hier bekannt gegebenen Erfahrungsresultate beziehen.

Wien, im Februar 1877.

Herrmann's Rechenknecht.

(Hierzu Tafel XXIII.)

Das von mir entworfene kleine Recheninstrument beruht auf demselben Princip wie der bekannte Rechenschieber, d. h. auf der Verwendung logarithmischer Scalen. Der Gebrauch der letzteren behufs Erleichterung des Rechnens ist fast ebenso alt wie die Kenntniss der Logarithmen überhaupt, schon Briggs wandte logarithmisch getheilte Stäbe zu dem besagten Zwecke an. Während man ursprünglich die Rechnungen der Multiplication und Division, welche bei Anwendung einer logarithmisch getheilten Scala auf Additionen und Subtractionen der den Logarithmen entsprechenden Strecken sich vereinfachen, mit Hilfe des Zirkels durch An- und Abtragen an einer solchen Scala vollführte, entstand später durch Vereinigung zweier gleichen logarithmischen Scalen, die an einander verschiebbar sind, der Rechenschieber, wie er jetzt vielfach in Gebrauch ist und als hinreichend bekannt*) vorausgesetzt werden darf. Neben den unleugbaren Vorzügen, welche der Rechenschieber für gewisse Rechnungen besitzt, leidet derselbe doch an einigen Mängeln, welchen abzuhelfen man vielfach bemüht gewesen ist. Zunächst ist die geringe Länge, in welcher die Scala des Rechenschiebers aus praktischen Gründen nur ausgeführt werden kann (in der Regel 125^{mm}), die Ursache einer oft nicht genügenden Genauigkeit der ausführbaren Rechnungen. Diese erreichbare Genauigkeit wird oft überschätzt, indem man angiebt, dass durch den Schieber das Resultat in der dritten Stelle genau erhalten werde, also nur Fehler

*) S. u. A. die kleine Schrift von K. Ott: „Der Rechenschieber".

von weniger als $\frac{1}{1000}$ unvermeidlich seien. Hierüber lässt sich leicht ein Urtheil fällen. Ist l die Länge einer logarithmischen Scala der Zahlen von 1 bis 10, und bezeichnet λ den Fehler, welchen das Auge beim Ablesen begehen kann, so erhält man durch $\frac{\lambda}{l} = \log f$ den Fehler, mit welchem das Resultat durchschnittlich behaftet sein wird. Nimmt man etwa an, dass man beim Ablesen noch $0^{mm},2$ sicher schätzen könne, so ist $\frac{\lambda}{l} = \frac{0,2}{125} = 0{,}0016 = \log. 1{,}0037$, woraus die zu erwartende Unsicherheit des Resultates zu

$$\frac{37}{10\,037} = \frac{1}{271}$$

sich bestimmt. Würde der Beobachter die Ablesung bis auf $0^{mm},1$ genau bewirken können, so würde der mögliche Fehler immer noch durch

$$\frac{0.1}{125} = 0{,}0008 = \log 1{,}00185, \text{ also zu } \frac{185}{100\,185} = \frac{1}{541}$$

sich bestimmen. Es ergiebt sich daher hieraus, wie die Genauigkeit des Resultates ausser von der Länge der Scala wesentlich von der Schärfe der Ablesung und daher auch von der Zeit derselben abhängig sein muss, jedenfalls dürfte aber der von dem gewöhnlichen Rechenschieber unvermeidliche Fehler grösser als $\frac{1}{1000}$ sein, die dritte Stelle also nicht sicher gefunden werden.

Eine andere Ursache, welche unsichere Resultate veranlasst, ist ferner in den Veränderungen zu erkennen, welche der Schieber und das Lineal unter dem Einflusse der wechselnden Temperatur und Luftfeuchtigkeit erleiden. Diese Veränderungen würden wenig oder keinen Einfluss haben, wenn sie bei dem Schieber und bei dem Lineale in ganz gleicher Weise stattfänden, was bei der ungleichen Beschaffenheit des Holzes aber nicht erreichbar ist. Es soll hier gar nicht des Umstandes gedacht werden, dass die Schieber sehr häufig sich verwerfen und krumm ziehen, wenn das zu ihnen verwendete Holz nicht schon durch jahrelanges Trocknen geeignet vorbereitet, und bei der Auswahl der Stücke mit der grössten Sorgfalt verfahren ist.

Um die Genauigkeit zu vergrössern, hat man wol versucht, der Scala eine grössere Länge zu geben, wodurch indessen das Instrument an Handlichkeit verliert, und die aus verschiedener Ausdehnung des Materials hervorgehenden Fehler ebenfalls sich vergrössern. Beachtenswerth ist dagegen der schon 1816 von Jomard*) gemachte Vorschlag, die Scala kreisförmig zu machen, so dass die den einzelnen Scalentheilen entsprechenden Centriwinkel den Logarithmen der natürlichen Zahlen proportional sind. Wie bei dem Schieber wurden auch hier zwei übereinstimmende Scalen angewendet, welche concentrisch zu einander, die eine auf einer Scheibe, die andere auf einem dieselbe umgebenden Ringe angebracht waren derartig, dass durch entsprechende Verdrehung der einen Scala gegen die andere wie durch Verschiebung des Schiebers gerechnet werden kann. Diese Idee liegt auch der Sonne'schen Rechenscheibe**) zu Grunde. Man erlangt mittelst dieser Anordnung bei einer bestimmten linearen Abmessung des Instrumentes eine im Verhältnisse 1 : 3,14 verlängerte Scala und dadurch die Möglichkeit grösserer Genauigkeit.

*) S. „Bull. de la Société d'Encouragement", 1816.

**) „Zeitschr. d. Hannov. Architecten- u. Ing.-V.", Bd. XI. „Mitth. des Gewerbev. f. d. Kgr. Hannover", 1864, Heft 6.

Diese Anordnung vermittelst zweier gleichen zu einander concentrischen Scalen gestattet aber nicht, ausser der gewöhnlichen Scala für die Logarithmen der natürlichen Zahlen noch andere Scalen zur Verwendung zu bringen, wie dies bei dem Rechenschieber dadurch ermöglicht ist, dass man beide Seiten des Schiebers und des Lineals getheilt hat. Auf diese Weise gestattet der Rechenschieber bekanntlich in bequemer Weise das Ausziehen von Quadratwurzeln und die Rechnung mit trigonometrischen Functionen. Diesen letztgedachten Vortheil in umfangreichster Weise auch der Rechenscheibe zu bewahren, habe ich derselben eine solche Einrichtung gegeben, dass dabei die Rechnung auf einer einzigen Scala nach dem Princip des ursprünglichen Zirkelrechnens vorgenommen wird, derart nämlich, dass der Zirkel durch zwei auf der Scheibe angebrachte radiale Nadeln ersetzt wird, welche durch ihre gegenseitige Verstellung jeden beliebigen Winkel, daher jeden gewünschten Logarithmus zwischen sich einschliessen können, gerade wie es mit einem Zirkel auch geschehen kann.

Die Einrichtung, welche der Apparat danach angenommen hat, ist mit Hilfe der Figuren 1 und 2 auf Tafel XXIII nun leicht erklärt. Auf einer Metallscheibe A, welche um ihren Mittelzapfen C sich in dem kleinen Stativ B leicht drehen lässt, sind zehn concentrische logarithmische Kreisscalen angebracht, von denen die äusserste, für die gewöhnlichen Rechnungen der Multiplication und Division allein gebrauchte auf ihrem ganzen Umfange die Logarithmen der Zahlen von 1 bis 10 enthält. Die Länge dieser Scala beträgt, einem Durchmesser von $0^m,145$ entsprechend, etwa $0^m,455$, ist also etwa 3,64 mal so lang wie die Scala des gewöhnlichen Rechenschiebers. Von dem Mittelpunkte C der Scheibe aus gehen die beiden Nadeln S und L, von denen die erstere S als fester Steg undrehbar mit dem Gestelle verbunden ist, während die andere L als beweglicher Läufer mittelst des gerändelten Knopfes D leicht gedreht werden kann. Die Drehung der Platte A mit den Scalen kann unabhängig von dem Läufer L an dem messingenen Rande F geschehen, welcher einer den Staub abhaltenden Glasplatte G zur Fassung dient.

Die Art und Weise, wie mit dem Apparate gerechnet wird, ergiebt sich sogleich, wenn man sich die Operationen des Rechnens mit dem Zirkel vergegenwärtigt. Steht z. B., wie in der Figur, die Zahl 1,97 unter dem Stege, und ist der Läufer L auf 1,48 gestellt, so schliessen die Nadeln einen Winkel LCS zwischen sich ein, welcher durch log 1,97 — log 1,48 ausgedrückt ist, also dem Quotienten $\frac{1{,}97}{1{,}48}$ entspricht. Wird man daher jetzt die Scheibe, ohne diesen Winkel zu verändern, beliebig nach rechts oder links drehen, so dass

z. B. die Zahl 2,97 unter den Läufer L zu stehen kommt, so wird man am Stege die Zahl $\frac{1{,}97}{1{,}48} \cdot 2{,}79 = 3{,}71$ (2) ablesen. (Das Product beträgt 3,7137...) Soll diese Zahl wieder mit $\frac{4{,}35}{6{,}18}$ multiplicirt werden, so genügt es, den Läufer auf den Divisor 6,18 zu stellen, und hierauf die Scheibe soweit zu drehen, dass der Zähler 4,35 unter den Läufer zu stehen kommt, worauf man am festen Stege S das Resultat $3{,}71 \cdot \frac{4{,}35}{6{,}18} = 2{,}61$ (3) findet, genau ist $\frac{1{,}97}{1{,}48} \cdot 2{,}79 \cdot \frac{4{,}35}{6{,}18} = 2{,}6135\ldots$ In solcher Weise können die Rechnungen beliebig oft wiederholt werden, und als einzige Regel gilt die zur Ermittelung des Ausdruckes $\frac{a}{c}\, b$:

> „Stelle den Zähler a unter den festen Steg S, darauf den Läufer L über den Nenner c, und schliesslich den Factor b unter den Läufer, das Resultat steht immer am Stege."

Diese Regel gilt auch für einfache Multiplicationen wie für Divisionen, denn einfache Ausdrücke wie $\frac{a}{c}$ oder $a\,b$ hat man sich nur als $\frac{a}{c} \cdot 1$ bezw. $\frac{a}{1} \cdot b$ zu denken und mit 1 zu rechnen wie mit anderen Zahlen. Die Drehungsrichtung für Scheibe wie Läufer ist dabei ganz gleichgiltig, man wird natürlich immer den kürzeren Weg wählen.

Wie schon bemerkt, benutzt man bei diesen Rechnungen nur die äusserste Scala. Die übrigen neun Kreistheilungen stellen zunächst ein umfangreiches Tabellenwerk vor, welches die im Bau- und Ingenieurwesen so viel gebrauchten, in den Handbüchern in der Regel am meisten abgegriffenen Tabellen der Wurzeln, Potenzen, Kreisumfänge und Inhalte u. s. w. ersetzen soll. Stellt man z. B. irgend eine der Nadeln, Läufer oder Steg auf eine beliebige Zahl 4,29 der ersten oder äussersten Scala, so findet man unter derselben Nadel in den verschiedenen Scalen die durch deren Bezeichnung angedeuteten Werthe, und zwar in der Scala

2 das Quadrat $4{,}29^2 = 18{,}40$,
3 den Cubus $4{,}29^3 = 78{,}9$
4 den Kreisumfang $\pi\ 4{,}29 = 13{,}47$,
5 den Kreisinhalt $\frac{\pi}{4}\ 4{,}29^2 = 14{,}45$,
6 den Logarithmus von $4{,}29 = 0{,}632$,
7 den Winkel zu sin 0,429 mit $25^0\ 24'$,
8 den Winkel zu sin 0,0429 mit $2^0\ 27{,}5'$,
9 den Winkel zu tang 4,29 mit $76^0\ 53'$,
10 den Winkel zu tang 0,429 mit $23^0\ 12'$.

Die Einrichtung dieser Kreistheilungen und namentlich die verschiedene Grösse der Intervalle derselben dürfte aus der Betrachtung ohne Weiteres sich ergeben. Es ist auch klar, dass die zweite und dritte Scala dazu dienen können, nicht nur die Quadrat- und Cubikwurzeln zu finden, sondern auch ohne Weiteres Werthe wie $\sqrt{n^3}$ und $\sqrt[3]{n^2}$ anzugeben, denn stellt man z. B. 4,29 der zweiten Scala unter den Steg, so giebt derselbe in der ersten Reihe $\sqrt{4{,}29} = 2{,}07$ und in der dritten Reihe $\sqrt{4{,}29^3} = 4{,}29^{\frac{3}{2}} = 8{,}87$. Um dagegen $\sqrt{42{,}9}$ zu finden, hat man die Zahl 42,9 der zweiten Scala unter den Steg zu bringen, und findet in der ersten Reihe $\sqrt{42{,}9} = 6{,}54$ und in der dritten Reihe $\sqrt{42{,}9^3} = 42{,}9^{\frac{3}{2}} = 280$. In gleicher Weise findet man die dritte Wurzel einer Zahl 42,9, wenn man diese Zahl der dritten Scala unter den Steg setzt, man hat dann daselbst in der ersten Reihe $\sqrt[3]{42{,}9} = 3{,}50$ und in der zweiten $\sqrt[3]{42{,}9^2} = 42{,}9^{\frac{2}{3}} = 12{,}25$ u. s. w.

Man kann daher in dem Ausdrucke $\frac{a\,b}{c}$, welcher mit Hilfe der ersten Scala in oben angegebener Weise berechnet werden kann, die einzelnen Glieder auch mit den Exponenten 2, 3, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{2}$ behaftet denken und mit diesen Potenzgrössen ganz ebenso rechnen wie mit a, b und c. Hat man z. B. einen Ausdruck wie $\frac{a\sqrt{b}}{\sqrt[3]{c}}$ zu berechnen, so stellt man a in der ersten Reihe unter den Steg, den Läufer in der dritten Reihe über c, und führt die Zahl b in der zweiten Reihe durch Drehung der Scheibe an den Läufer, man liest dann das Resultat in der ersten Reihe ab. So erhält man z. B. durch diese Operation $\frac{6{,}43\sqrt{8{,}27}}{\sqrt[3]{54{,}6}} = 4{,}38$. Bei derselben Einstellung liest man natürlich am Stege in der zweiten Reihe den Ausdruck $\frac{6{,}43^2 \,.\, 8{,}27}{\sqrt[3]{54{,}6^2}} = 23{,}8$ und in der dritten Reihe denjenigen $\frac{6{,}43^3\sqrt{8{,}27^3}}{54{,}6} = 116$ ab.

Die hierfür geltende Regel lässt sich leicht aufstellen. Hat der betreffende Ausdruck die Form $\frac{a^\alpha b^\beta}{c^\gamma}$, worin die Exponenten α, β und γ die Werthe 1, 2, 3, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{2}$ haben können, und sind diese Werthe derart, dass man sie als Brüche mit gemeinschaftlichem Zähler und den Nennern 1, 2 oder 3 ausdrücken kann, so ist die Berechnung des Ausdruckes auf dem Instrumente in folgender Art möglich. Man findet das Resultat in derjenigen Scala, welche durch den gemeinschaftlichen Zähler der Exponenten angegeben wird, indem man jedes Glied in derjenigen Scala nimmt, welche durch den Nenner seines Exponenten angezeigt wird. So schreibe man z. B. den Ausdruck $\frac{5{,}89\sqrt[3]{6{,}38^2}}{2{,}97^2}$ gleich $\frac{5{,}89^{\frac{2}{2}} \,.\, 6{,}38^{\frac{2}{3}}}{2{,}97^{\frac{2}{1}}}$ und nehme 5,89 in der zweiten, 2,97 in der ersten und 6,38 in der dritten Scala, das Resultat findet sich in der zweiten Scala zu 2,30.

In dieser Art können über fünfzig verschiedene Ausdrücke von obiger Form durch einmalige Einstellung des Instrumentes berechnet werden, wie aus der folgenden Zusammenstellung sich ergiebt:

1) Das Resultat steht in der ersten Reihe bei:

$\frac{a\,b}{c}$; $\frac{a\sqrt{b}}{c}$; $\frac{a\,b}{\sqrt{c}}$; $a\sqrt{\frac{b}{c}}$; $\frac{\sqrt{a\,b}}{c}$; $\sqrt{\frac{a\,b}{c}}$; $\frac{a\sqrt[3]{b}}{c}$; $\frac{a\,b}{\sqrt[3]{c}}$;

$$a\sqrt[3]{\frac{b}{c}}; \quad \frac{\sqrt[3]{ab}}{c}; \quad \sqrt[3]{\frac{ab}{c}}; \quad \frac{a\sqrt{b}}{\sqrt[3]{c}}; \quad \frac{a\sqrt[3]{b}}{\sqrt{c}}; \quad \frac{\sqrt{ab}}{\sqrt[3]{c}}; \quad \frac{\sqrt[3]{ab}}{\sqrt{c}}; \quad \frac{\sqrt{a}\sqrt[3]{b}}{c};$$

$$\sqrt{\frac{a}{c}}\sqrt[3]{b}; \quad \sqrt{a}\sqrt[3]{\frac{b}{c}}.$$

2) Das Resultat steht in der zweiten (Quadrat-) Scala bei:

$$\frac{a^2 b}{c^2}; \quad \frac{a^2 b^2}{c}; \quad \frac{a^2 b}{c}; \quad \frac{ab}{c^2}; \quad \frac{a^2 b^2}{c^2}; \quad \frac{a^2 \sqrt[3]{b^2}}{c^2}; \quad \frac{a^2 b^2}{\sqrt[3]{c^2}}; \quad a^2 \sqrt[3]{\frac{b^2}{c^2}};$$

$$\frac{\sqrt[3]{a^2 b^2}}{c^2}; \quad \sqrt[3]{\frac{a^2 b^2}{c^2}}; \quad \frac{a^2 b}{\sqrt[3]{c^2}}; \quad \frac{a^2 \sqrt[3]{b^2}}{c}; \quad \frac{ab}{\sqrt[3]{c^2}}; \quad \frac{\sqrt[3]{a^2 b^2}}{c}; \quad \frac{a\sqrt[3]{b^2}}{c^2};$$

$$\frac{a\sqrt[3]{b^2}}{c}; \quad a\sqrt[3]{\frac{b^2}{c^2}}.$$

3) Das Resultat steht in der dritten (Cubus-) Scala bei:

$$\frac{a^3 \sqrt{b^3}}{c^3}; \quad \frac{a^3 b^3}{\sqrt{c^3}}; \quad a^3 \sqrt{\frac{b^3}{c^3}}; \quad \frac{\sqrt{a^3 b^3}}{c^3}; \quad \sqrt{\frac{a^3 b^3}{c^3}}; \quad \frac{a^3 b}{c^3}; \quad \frac{a^3 b^3}{c};$$

$$a^3 \frac{b}{c}; \quad \frac{ab}{c^3}; \quad \frac{a^3 b^3}{c^3}; \quad \frac{a^3 \sqrt{b^3}}{c}; \quad \frac{a^3 b}{\sqrt{c^3}}; \quad \frac{\sqrt{a^3 b^3}}{c}; \quad \frac{ab}{\sqrt{c^3}}; \quad \sqrt{a^3}\frac{b}{c^3};$$

$$\sqrt{\frac{a^3}{c^3}}\, b; \quad \sqrt[3]{a}\,\frac{b}{c}.$$

Mit Berücksichtigung der trigonometrischen und Kreisscalen ist die Anzahl der zu berechnenden Ausdrücke eine noch viel grössere.

Aachen, April 1877.

Gustav Herrmann.

Verdampfungsversuche mit einem Dampfkessel, System Ten-Brink, von 80 Quadratmeter Heizfläche in der Papierfabrik Salach.

Von Professor **K. Teichmann** in Stuttgart.

(Vorgetragen bei der 6. Versammlung des Verbandes deutscher Kesselrevisions-Vereine in Kaiserslautern vom 15. bis 17. Juni 1877.)

(Hierzu Fig. 4 bis 7, Taf. XXIV.)

Gegenstand der Versuche war die von Gebrüder *Decker & Co.* in Cannstatt construirte und ausgeführte neue Dampfkesselanlage mit rauchverzehrender Ten-Brink-Feuerung in der Papierfabrik Salach des Hrn. Commerzienrath Eduard v. Hallberger in *Stuttgart.* Der Kessel ist, abgesehen von der Feuerung, ein gewöhnlicher Vorwärmerkessel, als Gegenstromapparat eingemauert, bestehend aus drei neben einander liegenden cylindrischen Röhren von 6815^{mm} Länge und 750^{mm} Durchm. und sechs ebenfalls cylindrischen Vorwärmern von je 4950^{mm} Länge und 600^{mm} Durchm. in zwei Schichten unter den Oberkesseln liegend, wie die Figuren auf Taf. XXIV zeigen. Quer unter den drei Oberkesseln liegt der Ten-Brink'sche Feuerungsapparat, bestehend aus einem horizontalen Cylinder von 2240^{mm} Länge und 1400^{mm} Durchm., welcher von zwei schiefen, schwach conischen Feuerröhren von 800^{mm} mittlerem Durchm. quer durchdrungen wird. Letztere enthalten die beiden, etwas mehr als 45^{0} gegen den Horizont geneigten Roste von 800^{mm} Breite und 1250^{mm} Länge. Das Brennmaterial wird durch eine enge Oeffnung von oben auf den Rost gegeben, rutscht allmälig herab, und unten sammeln sich die ausgebrannten Rückstände, welche die untere Oeffnung des Feuerraumes abschliessen. Die untere Fläche des Rostes ist beständig sichtbar, zur Beobachtung des Feuers dienen verschiedene Schaulöcher. Das Feuer brennt zunächst nach oben und mischt sich mit den aus den frischen Kohlen sich entwickelnden Gasen, während zugleich an dieser Stelle durch eine regulirbare Spalte Luft eintritt. Von da zieht das Feuer unter den Oberkesseln nach hinten, unter den mittleren Vorwärmern nach vorn, unter den unteren wieder nach hinten durch eine 950^{mm} breite, 850^{mm} hohe Schieberöffnung in den etwa 33^{m} hohen und oben 86^{cm} weiten Kamin. Das Wasser macht den entgegengesetzten Weg. Der Dampf sammelt sich in einem quer über den Hauptkesseln liegenden Dampfsammler, in welche er durch enge Röhren aus den Dampfräumen der Oberkessel tangential eintritt und in rotirender Bewegung sein Wasser an den Wänden absetzt.

Die Heizfläche beträgt mit dem Ten-Brink'schen Apparat 80^{qm}, die Rostfläche 2^{qm}.

Die Versuche hatten den Zweck, zu constatiren, ob die von den Erbauern der Kesselanlage übernommene Garantie, dass dieselbe pro Stunde mindestens 1100^{k} kalten Wassers in Dampf von 5 Atm. Ueberdruck verwandle, und dass dabei achtfache Verdampfung stattfinde, erfüllt sei. Vertragsmässig war die Probe sechs Tage und sechs Nächte ununterbrochen fortzusetzen, von denen die drei ersten zur Ermittelung der zweckmässigsten Art des Heizens dienen, die drei letzten aber den Ausschlag für den Nachweis der Garantieerfüllung geben sollten.

Die Kesselanlage war nach der Aufstellung etwa drei Wochen in ununterbrochenem Betriebe gewesen, wurde hierauf gründlich gereinigt und 24 Stunden vor Beginn der Versuche wieder angeheizt.

Die Probe begann am 24. März 1877, Morgens 6 Uhr und wurde am 29. März, Nachts 10 Uhr wegen des bevorstehenden Charfreitags abgeschlossen, so dass der sechste Versuchstag nur zwei achtstündige Schichten umfasst. Für den ersten Tag war normaler Betrieb, für den zweiten schwacher, für den dritten starker und für die drei letzten entscheidenden Tage wieder normaler Betrieb in Aussicht genommen.

Die Versuche wurden von dem Verfasser im Interesse des Bestellers und von Hrn. Maschinenfabrikant Ferdinand Decker im Interesse der ausführenden Maschinenfabrik geleitet. Für die Detailaufnahme waren von jeder Seite ein Ingenieur und zwei Techniker bestellt, so dass der Ingenieur des Bestellers mit den Technikern des Lieferanten und umgekehrt in achtstündigen Schichten abwechselte. Die Thätigkeit der einzelnen Beobachter war durch besondere schriftliche Instructionen geregelt.

Für die Aufnahmen waren Tabellenformulare autographirt.

Die verwendeten Kohlen waren Saarkohlen, Grube Heinitz, I. Sorte und wurden frisch vom Waggon in den tieferen Theil des Kesselhauses vor den alten Kesseln abgeladen, in vier tarirten eisernen Kübeln à 50^k gewogen, und blieben dann in den Kübeln vor dem Kessel bis zum eintretenden Bedarf stehen; die Wägungen sowol als die Zeit der Umleerung jedes einzelnen Kübels wurden notirt; auf den höheren Theil des Schürbodens vor dem Kessel kamen keine ungewogenen Kohlen. Von dem Zugeständniss, grössere Schieferstücke auszulesen, wurde kein Gebrauch gemacht.

Da der Raum unter dem Rost durch einen Schlackenhaufen abgeschlossen sein muss, konnten die Rückstände nicht unmittelbar entfernt werden; es wurde vielmehr bei jedem Tageswechsel der Haufen nach einem Streichmass abgeglichen, und das Uebrige entfernt und gewogen. Daher die Differenzen im Betrag der Rückstände der einzelnen Tage. Für die ganze Dauer der Versuche gleichen sich dieselben aus. Die Sortirung der gesammten Rückstände durch Sieben und Waschen ergab:

Schlacken	$472^k,5$
Ausgesiebte Asche, reich an kleinen Cokstückchen	$517^k,0$
Grössere Cokstückchen, durch Auslesen und Waschen von den Schlacken getrennt, von den 5 ersten Tagen am letzten Tage nachträglich mitverfeuert	$102^k,5$
desgleichen vom letzten Tage unverbraucht	15^k
	1107^k
was vom Gesammtverbrauch aller 6 Tage mit 17850^k	6,2 pCt.
ausmacht, von denen $117^k,5$ oder . .	0,66 -
noch brauchbar waren. Die unverbrannten Rückstände betragen also .	990^k
oder	5,54 pCt.

Die Summe der Einzelwägungen der sechs Versuchstage ergiebt 1096^k Gesammtrückstände oder 11^k weniger, was sich dadurch erklärt, dass bei der Gesammtwägung Coks und Schlacken vom Waschen feucht waren.

Da am letzten Tage die Rückstände von fünf Tagen mitverbrannt wurden, so wurde, um ein richtiges Durchschnittsresultat der drei letzten Tage zu bekommen, $\frac{2}{5}$ davon oder 41^k, äquivalent mit dem halben Gewicht oder 20^k Kohle, dem Verbrauch dieser drei massgebenden Tage zugerechnet, wodurch sich die zwei letzten Zeilen der Zusammenstellung erklären. Es wurden nämlich verbrannt:

Zugewogene Kohlen mit ihrem rückständigen Coks	7520^k
Rückständiger Coks von 2 früheren Tagen 41^k, gleichgerechnet mit frischen Kohlen	20^k
	7540^k

Die Bestimmung der Verdampfung geschah durch Messung des Speisewassers in einem Reservoir von 1410^{mm} Durchm. Dasselbe wurde geeicht durch Zuwägung von je 100^k Wasser von 8^0. Der Wasserstand wurde gemessen mittelst einer Schraubenspindel von 2^{mm} Steigung, deren Spitze bis zur Berührung mit dem Wasserspiegel hinabgeschraubt wurde, und welche mittelst einer Kreistheilung die sichere Ablesung von Zehntelmillimeter ermöglichte.

Die Eichung ergab:

			Differenz
Wasserstand zu Anfang . .		$439^{mm},3$	
			$64^{mm},4$
nach Zuwägung der 1ten	100^k	$374^{mm},9$	
			$63^{mm},1$
- - - 2 -	100^k	$311^{mm},8$	
			$63^{mm},8$
- - - 3 -	100^k	$248^{mm},0$	
			$63^{mm},0$
- - - 4 -	100^k	$185^{mm},0$	
			$63^{mm},8$
- - - 5 -	100^k	$121^{mm},2$	
			$63^{mm},8$
- - - 6 -	100^k	$57^{mm},4$	
			$32^{mm},6$
- - - letzten	50^k	$24^{mm},8$	
	650^k =		$414^{mm},5$

$$1^{mm} \text{ Wasserstand} = \frac{650}{414,5} = 1^k,568.$$

Da der Wasserstand im Kessel nicht genau constant erhalten werden konnte, so wurde, wenn zu Ende einer Schicht mehr oder weniger Wasser im Kessel war als zu Anfang, dieser Betrag vom gespeisten Wasser abgezogen bezw. dazu addirt, um die Verdampfung zu erhalten. Die Verdampfungsfläche beträgt in der Höhe des mittleren Wasserspiegels . . . . $15^{qm},32$
macht pro Millimeter Wasserstand . . . . $15^l,32$
oder das specifische Gewicht des heissen Wassers zu 0,95 gerechnet . . . . $14^k,55$.

Eine genaue Beobachtung des Wasserstandes war übrigens wegen der starken Schwankungen nicht möglich.

Controlirt wurden die Wassermessungen durch einen von Gebrüder Decker & Co. in Cannstatt gelieferten selbstthätigen Speisewassermesser und durch den Hubzähler an der Speisepumpe. Nach Tabelle I ergab der Speisewassermesser stets zu kleine Resultate, die Differenzen nehmen ziemlich stetig zu von 2 bis 6 pCt., was sich aus einer Undichtheit des Wassermesserkolbens, der mit Kautschuk gedichtet ist, ergiebt. Ein Nachhelfen war während der Versuche nicht möglich, weil der Apparat nicht aus der Leitung ausgeschaltet werden konnte.

Die Angaben der Speisepumpe stimmen, wenn ihre Hübe richtig gezählt werden, mit dem gemessenen Speisewasser besser überein als die des Speisewassermessers. In gegenwärtigem Falle wurde das Zählen der Hübe dadurch erschwert, dass der Hubzähler auch bei abgestellter Pumpe mitging, und dass bald mit einem, bald mit zwei Cylindern gespeist wurde. Ein Hubzähler, der mit der Pumpe geht und steht, würde einen Wassermesser für Betriebszwecke genügend ersetzen. Bei jeder Speisung wurde die Temperatur des Speisewassers gemessen. Ferner wurden jede Viertelstunde notirt: der Wasserstand in beiden Kesseln, die Dampfspannung, die Temperatur der Luft im Freien und im Kesselhause, die Rauchschieberöffnung, die Stärke des Zuges im Kamin, d. h. der Unterschied zwischen dem Luftdruck im unteren Theil des Kamins und dem äusseren Luftdruck, gemessen durch die Höhe einer Wassersäule in Millimeter. Die Temperatur der abziehenden Rauch-

gase wurde mittelst eines Quecksilberthermometers, das in einer mit Oel gefüllten Eisenröhre im Fuchs hing, und mit einem Metallpyrometer gemessen. Die in die Haupttabelle aufgenommenen Werthe sind die Angaben des, wahrscheinlich zuverlässigeren, Quecksilberthermometer.

Jede halbe Stunde wurden die Rauchfarbe und Windrichtung notirt.

Die Verwendung des Dampfes wurde durch das Personal der Fabrik notirt.

Eine Uebersicht der Hauptresultate ist in Tabelle II gegeben.

Danach wurden während der ganzen Dauer der

Versuche in	136 Stunden
Dampf erzeugt	165 863^k,
Kohlen verbraucht	17 850^k,
also mit 1^k Kohle	9^k,292
Dampf von einer mittleren Spannung = .	3,97 Atm.
aus Speisewasser von	8,7° C.

Während der drei letzten entscheidenden Versuchstage wurde in einer Betriebszeit von . . 64 Stunden

Dampf erzeugt	71 191^k,
Kohlen verbraucht	7 540^k,
also mit 1^k Kohle	9^k,442
Dampf von einer Spannung = . . .	3,9 Atm.
aus Wasser von	9,3° C.

Die Verdampfung pro 1^k roher Kohle berechnet sich ausserdem an den drei letzten Tagen:

reducirt auf Dampf von 5 Atm. Spannung zu	9^k,41
reducirt auf Speisewasser von 0° und Dampf von 5 Atm. zu	9^k,28
reducirt auf Speisewasser von 100° und Dampf von 5 Atm. zu	10^k,93

Mit 1^k reiner Kohle nach Abzug der Rückstände wurde erzeugt:

wirklicher Dampf von 3,9 Atm. aus Wasser von 9,3°	9^k,96
berechneter Dampf von 5 Atm. aus Wasser von 0°	9^k,79
- - 5 - - - von 100°	11^k,54

Die Stärke der Verdampfung war dabei die normale, nämlich statt der vertragsmässigen 1100^k pro Stunde

am 4. Tage	1147^k	- -
- 5. -	1072^k	- -
- 6. -	1120^k	- -
Durchschnitt	1114^k	- -

Die Abweichungen in den Resultaten der einzelnen Tage und Schichten von obigen Mittelwerthen haben folgende Ursachen:

Am II. Tage, dritte Schicht: Ersatz von zwei verbrannten Roststäben, weshalb auf der linken Seite die Feuerung $1\frac{1}{2}$ Stunden unterbrochen und nur auf dem rechten Roste fortgefeuert wurde. Am III. Tage gesteigerte Dampferzeugung von 1417^k pro Stunde, statt der normalen von 1100^k. Es betrug an diesem Tage die mittlere Rauchtemperatur 136° statt 108° an den normalen Tagen. Das günstige Resultat der ersten Schicht des IV. Tages ist dadurch beeinflusst, dass während des starken Betriebes am vorhergehenden Tage das Mauerwerk stark erwärmt wurde und nun diese Wärme wieder abgab. Am V. Tage wurde der Versuch gemacht, dem Feuer von unten durch theilweise Entfernung des Schlackenhaufens und Oeffnen der Aschenfallthüre mehr Luft zuzuführen, der Versuch erwies sich aber wegen zu starker Kühlung des Vorkessels von aussen und weil die Rauchverbrennung eine weniger vollkommene war, als ungünstig und wurde deshalb wieder aufgegeben.

Die übrigen Differenzen erklären sich theils durch die Unsicherheiten im Ablesen des Kesselwasserstandes, theils durch die Ungewissheit, ob trotz aller Vorsicht beim Schichtenwechsel sich immer genau gleich viel Kohle auf dem Rost befand. Beide Fehler gleichen sich jedoch von Schicht zu Schicht aus, und die etwaigen Ungenauigkeiten der Anfangs- und Schlussbeobachtung, die sich nicht ausgleichen, äussern nur einen minimen Einfluss auf das Gesammtresultat der Versuche.

Die Beobachtung der Rauchfarbe liess auf eine sehr vollständige Verbrennung schliessen. An den letzten drei Tagen lauteten von den 128 halbstündigen Notizen hierüber

71 . . .	unsichtbar
28 . . .	weiss (wie leichte Dampfwolken)
25 . . .	hellgrau
4 . . .	dunkelgrau.

Die Rauchtemperatur betrug an den drei letzten Tagen 102 bis 114, im Mittel $108\frac{1}{2}$ Grad. Die Wärme wurde also sehr vollständig ausgenutzt, und ist dieses günstige Resultat neben der Ten-Brink-Feuerung auch der Anordnung des Kessels als Gegenstromapparat und der reichlich bemessenen Heizfläche zuzuschreiben. Mit so starker Abkühlung der Rauchgase steht häufig ein Schwitzen der Vorwärmer im letzten Zuge, und damit ein Rosten der Bleche in Verbindung. Bei Befahrung der Feuerzüge nach Schluss der Versuche fanden sich jedoch keine Feuchtigkeit am Kessel und kaum Spuren von Rost. Dagegen zeigte ein im Hofe liegender alter Vorwärmerkessel deutlich, dass der Rost an der Stelle, wo der Rauch abzieht und das Speisewasser eintritt, am stärksten ist und nach dem Feuer hin allmälig abnimmt. Doch ist auch dort die Rostbildung nach langjährigem Betriebe noch ganz unbedenklich. Bei Speisung mit vorgewärmtem Wasser, wie es für den gewöhnlichen Betrieb vorgesehen ist, wird übrigens die Abkühlung im letzten Zuge eine kleinere werden.

Man hat gegen das System Ten-Brink den Einwand erhoben, dass es complicirt, schwer zu reinigen und zu bedienen sei. Der Kessel wurde deshalb nach den Versuchen am 3. April von den Herren Kesselrevisions-Ingenieur Bellmer, Maschinenfabrikant F. Decker und dem Verfasser innerlich revidirt. Wie schon aus der Zeichnung ersichtlich, ist der Hauptheil der Kesselanlage, die drei Oberkessel und sechs Vorwärmer, so einfach, leicht zugänglich und bequem zu reinigen als irgend ein anderes System. Auch darf hier

wol erwähnt werden, dass dieser Theil ganz einfache Kesselschmiedearbeit ist, und dass verhältnissmässig dünne, die Wärme leicht leitende Bleche auch für hohe Spannungen genügen. Schwieriger ist die Herstellung des Vorkessels mit den quer durchgehenden Heizröhren, doch sind die betreffenden Arbeiten gut und schön ausgeführt. Die Zugänglichkeit desselben zum Zweck der Reinigung ist minder schwierig als bei jedem Cornwallkessel mit innerem Feuerrohr. Hr. Bellmer ist vor unseren Augen innerhalb des Vorkessels um die Heizrohre rings herum geschlüpft, ausserdem waren von aussen leicht alle nicht bequem zugänglichen, etwa bedenklichen Stellen mit Hand und Auge zu erreichen. Kesselstein und Schlamm setzt sich grösstentheils im Hauptkessel, namentlich in den unteren und mittleren Vorwärmern ab, und die Stellen, wo er sich im Feuerungsapparat infolge andauernder schlechter Reinigung möglicher Weise ansammeln könnte, sind vorzugsweise solche, wo er am wenigsten schaden kann. Bei wesentlich kleineren Dimensionen des Feuerungsapparates dürfte die Zugänglichkeit schwieriger werden, weshalb sich das System für kleine Kesselanlagen, unter 20^{qm} Heizfläche, weniger eignen dürfte.

Die Bedienung macht mehr Arbeit als bei einem gewöhnlichen Planrost und beschäftigte an den Tagen, wo über 1400^{k} Dampf erzeugt und 160^{k} Kohlen in der Stunde verbrannt wurden, den Heizer vollständig, was wesentlich davon herrührt, dass dieser die ganze untere Fläche des Rostes beständig übersieht und dadurch veranlasst wird, dem Verschlacken durch öfteres Reinigen vorzubeugen. Die Oeffnungen zum Aufgeben der Kohlen sind zweckmässiger Weise so eng, dass der Heizer genöthigt ist, die Kohlen vorher in Stücke von der richtigen Grösse zu zerschlagen, grosse Brocken kann er gar nicht aufwerfen. Das Aufbringen und richtige Vertheilen der Kohlen erfordert übrigens weit weniger Geschicklichkeit und Uebung als bei einem Planrost. Am zweiten Tage wurden, wie oben schon erwähnt, durch Unvorsichtigkeit beim Reinigen zwei Roststäbe in die Höhe gestossen und konnten nicht sogleich wieder in die richtige Lage gebracht werden, so dass sie anbrannten und ersetzt werden mussten. Vorsicht und Uebung wird solche Fälle vermeiden lehren.

Der Wasserspiegel ist über den Stutzen, welche den Vorkessel mit dem Oberkessel verbinden, stark in Wallung, weshalb die beiden Wasserstandsgläser rechts und links ziemlich grosse Differenzen, bis zu 100^{mm}, zeigten. Um zu ermitteln, ob nicht etwa infolge davon Wasser mitgerissen und nasser Dampf erzeugt werde, wurden unter gefälliger Mitwirkung von Hrn. Fabrikant E. Zech aus Heilbronn folgende

Versuche über den Wassergehalt des Dampfes

aus den neuen Kesseln angestellt und am 3. April in gleicher Weise mit Dampf aus den zwei alten Kesseln wiederholt.

An einer Decimalwage wurde vorn statt der Schale, wo sonst die Gewichte aufgelegt werden, ein eiserner Kübel angehängt und tarirt, derselbe dann mit 34^{k} kaltem Wasser gefüllt, dessen Temperatur genau gemessen wurde. Hierauf liess man mit der gehörigen Vorsicht Dampf einströmen, welcher der Hauptdampfleitung in halber Höhe mittelst eines horizontal abzweigenden Rohres entnommen wurde, und zwar so lange, bis das Wasser ungefähr ebenso weit über die Lufttemperatur erwärmt wurde als es vorher darunter war, und bestimmte die Temperaturzunahme und die Gewichtszunahme. Dabei wurden die Beobachtungen so angestellt, dass die Wärmeverluste nach aussen sich so viel als möglich ausglichen. Das verwendete Thermometer wurde nachträglich mit dem Normalthermometer des Stuttgarter Polytechnicums verglichen, wobei sich folgende Abweichungen zeigten

Normalthermometer t_w	Beobachtungsthermometer t_b	Differenz
	in Wasser	
11,6	11,7	0,1
13,8	14,0	0,2
15,9	16,2	0,3
19,3	19,7	0,4
22,2	22,6	0,4
24,3	24,9	0,6
25,6	26,3	0,7
28,1	28,9	0,8
31,0	31,9	0,9
33,1	34,0	0,9
35,9	36,9	1,0
37,1	38,1	1,0
	in Schwefelätherdampf	
36,9	38,0	1,1

aus denen sich die Correcturformel bilden lässt

$$t_w = t_b + 0{,}33 - \tfrac{11}{300}\, t_b.$$

Die Dampfspannungen wurden mittelst eines Controlmanometers gemessen, das den Ueberdruck in Kilogramm pro Quadratcentimeter angiebt, und mit Berücksichtigung des Barometerstandes die absolute Dampfspannung in alten Atmosphären zu 1^{k},033 berechnet. Die Vergleichung des bis zu einer bestimmten Erwärmung verbrauchten Dampfes mit der Wärmemenge, welche 1^{k} trockner Dampf nach den Regnault'schen Versuchen enthalten soll, ergab die Resultate der Tabelle III. Die Beobachtungen No. 3 am neuen und No. 1 am alten Kessel wurden schon bei der Aufnahme als zweifelhaft bezeichnet, No. 8 ist ebenfalls unrichtig, weil unmöglich.

Können diese Beobachtungen auch nicht auf sehr grosse Genauigkeit Anspruch machen, so zeigen sie doch unzweifelhaft, dass der Wassergehalt des Dampfes an sich sehr klein ist, und dass ein bemerklicher Unterschied im Wassergehalt beim Dampf der alten und neuen Kesselanlage nicht besteht.

Berechnung des Nutzeffectes der Heizung.

Die Vergleichung der auf dem Rost entwickelten Wärme mit der nutzbar gemachten Wärme ergiebt Folgendes

Da eine chemische Untersuchung der Kohlen nicht gemacht wurde, nehme ich schätzungsweise den totalen Heizeffect der verwendeten Steinkohlen an zu 7000^c,
dann wurden bei vollständiger Verbrennung der stündlichen $117^k,8$ auf dem Roste erzeugt
$117,8 . 7000 =$ . . . . $824\,600^c$.
Um 1^k Wasser von 0^0 in Dampf von 3,9 Atm. Ueberdruck zu verwandeln, sind nöthig nach Regnault . . . . $652^c,3$
bei einer Speisewassertemperatur von $9,3^0$. 643^c;
die stündlich erzeugten 1114^k Dampf bestehen nach Tabelle III aus 98 pCt. reinem Dampf = 1092^k,
welche verbraucht haben . . . . $702\,150^c$
und aus 2 pCt. = 22^k Wasser, welche von $9,3^0$ auf 150^0 erwärmt wurden und verbraucht haben . . . . 3100^c.
Die Verbrennungsluft ist eingetreten mit . . $20,7^0$
und entwichen mit . . . . $108,5^0$,
wurde also erwärmt um . . . . $87,8^0$.
Zur Verbrennung von 1^k Steinkohle ist Luft nöthig $11^k,6$.
Wenn der Luftzutritt betrug das . . 1,5fache 2fache des nothwendigen Quantums, so betrug
die stündlich eintretende Luftmenge . 2055^k 2734^k,
zu deren Erwärmung verbraucht wurden (Wärmecapacität der Luft 0,238) $42\,980^c$ $57\,310^c$.

Die zur Erwärmung des Brennmaterials verbrauchte Wärme wurde, weil dieselbe im Verhältniss zu der zur Erwärmung der Luft nöthigen Wärme sehr klein ist, vernachlässigt.

Der Wärmeverlust nach aussen lässt sich schätzen wie folgt:

Die Temperatur der Verbrennungsgase betrug $x = 1,5$ $x = 2$

$$20,7 + \frac{7000}{0,238\,(11,6 . x + 1)} = \quad 1619^0 \quad 1236^0.$$

An die directe Heizfläche der Feuerrohre von . . . . $1^{qm},6$
wurde bei einer Dampftemperatur von 150^0
und einem Wärmedurchgangscoefficienten = ... 23
stündlich abgegeben . . . . . . $55\,050^c$ $39\,970^c$
und dadurch das Feuer abgekühlt um 114^0 61^0,
so dass das Feuer in die Heizzüge eintrat mit T_0 = ... 1505^0 1175^0,
wo es sich abkühlte auf . . . . . $108,5^0$.
Die Temperatur im Kessselhause betrug t_1 = ... $20,7^0$.
Die äussere Oberfläche des Kesselmauerwerkes beträgt F = ... 77^{qm},
wobei die gegen den Nachbarkessel stossende Mauer nur halb gerechnet ist. Die Mauer ist verglichen dick . $0^m,4$
und hat einen Wärmedurchgangscoefficienten k = ... 1,64.
Der Wärmeverlust nach aussen beträgt:

$$W = k\,F \frac{T_0 - t_1}{\ln \dfrac{T_0 - t_1}{T_1 - t_1}} = \quad 62\,370^c \quad 52\,290^c.$$

Diese Werthe sind zu gross, weil die Verbrennung nicht vollständig im Feuerraum, sondern allmälig in den Zügen erfolgt, die Temperaturen des Feuers also niedriger sind, doch mögen sie in Ermangelung besserer Anhaltspunkte gelten, und stellt sich dann die Wärmebilanz wie folgt:

Luftzuführung.	1,5 fach		2 fach	
	Calorien	pCt.	Calorien	pCt.
Nutzbare Wärme in Dampf	702 150	85,15	702 150	85,15
Wärme im mitgerissenen Wasser, theilw. nutzbar	3 100	0,38	3 100	0,38
Wärmeverbrauch für das Kamin . :	42 980	5,21	57 310	6,95
Abkühlung durch d. Mauerwerk	62 370	7,56	52 290	6,34
Nicht nachweisbare Verluste (unvollst. Verbrennung) .	14 000	1,70	9 750	1,18
Summe d. erzeugten Wärme	824 600	100	824 600	100

Die Richtigkeit dieser Werthe hängt von der mehr oder weniger zutreffenden Schätzung des Heizeffectes der Kohlen ab.

Tabelle I. Controle der Speisung.

Pumpenkolben-Durchm. 60^{mm}, Hub 240^{mm}, theoretische Lieferung pro Hub $0^l,84$.

1	2	3	4	5	6	7	8
Versuchstag	Wassermenge im Reservoir gemessen	Angaben des Wassermessers			Wassermessung mit der Pumpe		
		Wassermenge	Differenz, d. h. der Wassermesser zeigte zu wenig		Hubzahl	Wassermenge pro Hub	Abweichung von der theor. Wassermenge
	Liter	Liter	Liter	pCt.		Liter	Liter
I	11 566						
	11 784	11 410	374	3,18			
	11 145	11 000	145	1,3			
	34 495						
II	9 642	9 455	187	1,94	11 997	0,805	4,27
	8 409	8 165	244	2,9	9 974	0,846	0,71
	7 480	7 190	290	3,9	9 015	0,830	1,19
	25 531	24 810	721	2,83	30 986	0,824	1,91
III	11 721	11 310	411	3,52	14 569	0,804	4,29
	11 448	11 160	288	2,52	13 781	0,831	1,07
	10 910	10 510	400	3,67	13 362	0,816*	
	34 079	32 980	1099	3,22			
IV	9 394	9 102	292	3,12	11 044	0,842	0,28
	9 986	9 543	543	5,4	11 890	0,840	0,00
	8 651	8 195	456	5,3	11 240	0,770*	
	28 131	26 840	1291	4,95			
V	8 553	8 144	409	4,78	10 188	0,839	0,12
	8 663	8 174	489	5,66	10 246	0,845	0,6
	7 940	7 407	533	6,71	9 384	0,846	0,71
	25 156	23 725	1431	5,7	29 818	0,844	0,48
VI	8 231				10 103	0,815	2,97
	9 685				11 487	0,843	0,36
	17 916				21 590	0,829	1,31

*) Die Pumpe arbeitete theils mit einem, theils mit zwei Cylindern, und es wurde beim Einrücken des zweiten Cylinders die Beobachtung des Hubzählers versäumt.

Tabelle II. Hauptresultate.

Zeit der Versuche			Bestimmung der Verdampfung					Hauptresultate			Nebenumstände der Verdampfung			Nebenumstände der Verbrennung						Stärke des Betriebes				Qualität der Kohlen		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
Versuchstag	Schicht	Dauer	Gespeiste Wassermenge	Wasserstand im Kessel: Anfang	Wasserstand im Kessel: Ende	Wasserstand im Kessel: Differenz	Speisewasser-correctur	Verdampfte Wassermenge	Verbrauchte Kohlen	Verdampfung pro 1k Kohlen	Mittlere Temperatur des Speisewassers	Mittlere Dampfspannung Ueberdruck	Mittl. Wasserstand im Kessel über der Nadel	Mittl. Lufttemperatur im Freien	Mittl. Lufttemperatur im Kesselhause	Mittlere Rauchschieberöffnung	Rauchtemperatur im Fuchs	Zug im Kamin Vacuum	Barometerstand	Verdampfung pro Stunde	Verdampfung pro Stunde und 1qm Heizfläche	Kohlenverbrauch pr. Stde.	Kohlenverbrauch pr. Stde. u. 1qm Rostfläche	Unverbrannte	Rückstände	Bemerkungen
	No.	Std.	k	mm	mm	mm	k	k	k	k	Grad C.	Atm.	mm	Grad C.	Grad C.	mm	Grad C.	mm Wasser	mm Quecks.	Kilogramm	Kilogramm	Kilogramm	Kilogramm	k	pCt.	
I	1	8	11 566	124	25	+99	+1441	13 007	1 375	9,46	8,5	3,9	24	3	17,5	122	138	16,7	721	1626	20,3	172	86	45		
	2	8	11 784	25	64	−39	−568	11 216	1 225	9,16	7,75	4,4	32	5,4	21,9	124	127	15,2	719	1402	17,5	153	76,5	35		
	3	8	11 145	64	65	− 1	− 15	11 130	1 150	9,68	8,5	4,2	24	3	24,1	107	117	15,6	719	1391	17,4	144	72	77,5		
		24	34 495	124	65	+59	+858	35 353	3 750	**9,43**	8,25	4,17	27	3,8	21,2	118	127	15,8	719,6	1473	18,4	156	78	157,5	4,2	
II	1	8	9 642	65	78,5	−13,5	−196	9 446	950	9,94	7,6	4,1	35	8,3	21,2	86	108	14,6	717,5	1181	14,8	119	59,5	68,5		
	2	8	8 409	78,5	70	+ 8,5	+124	8 533	950	8,98	8,4	4,3	26	8,9	21,1	96	111	14,5	713	1067	13,3	119	59,5			
	3	6	6 005	70	82,5	−12,5	−182	5 823	600	9,71	8,2	4,3	44	6,6	20		91	11,8		971	12,1	100	50	122,5		
		2	1 475	82,5	80	+ 2,5	+ 36	1 511	250	6,04	8,0	2,95	27	5	17,6		87	12,2		705	8,8	125	62,5			Pause, Ersatz von 2 Roststäben links.
		22	24 056	65	82,5	−17,5	−254	23 802	2 500	**9,52**	8,1	4,23	35	8,2	20,8		109	13,2		1082	13,4	114	57	191	7,6	Ohne die Pause.
		24	25 531	65	80	−15	−218	25 313	2 750	**9,20**	8,05	3,91	33	7,4	20		99	13,3								Mit Einrechnung der Pause.
III	1	8	11 721	80	75	+ 5	+ 73	11 794	1 330	8,87	8,5	3,8	33	7,5	18,5	188	142	15,4	716	1474	18,4	166	83			
	2	8	11 448	75	102,5	−27,5	−402	11 046	1 270	8,70	9,0	4,0	49	9,0	20,6	153	149	15,0	716	1381	17,3	159	79,5			
	3	8	10 910	102,5	85	+17,5	+256	11 166	1 230	9,09	8,5	4,1	34	3,7	17,5	127	119	15,2	716	1396	17,4	154	77			
		24	34 079	80	85	− 5	− 73	34 006	3 830	**8,88**	8,7	3,95	38,6	6,7	18,8	156	136	15,2	716	1417	17,7	160	80	157,5	4,1	
IV	1	8	9 394	85	87,5	− 2,5	− 36	9 358	870	10,76	8,0	4,5	50	10,2	22,1	85	108	13,8	719	1170	14,6	109	54,5			
	2	8	9 929	87,5	95	− 2,7	−109	9 820	1 080	9,09	10,4	3,9	27	11,9	22	98	111	13,1	721	1227	15,6	135	67,5	164		
	3	8	8 651	95	115	−20	−292	8 359	945	8,85	9,1	3,3	46	8,2	22,5	81	102	12,9	724	1045	13,1	118	59	88		
		24	27 974	85	115	−30	−437	27 537	2 895	**9,51**	9,2	3,9	41	10,1	22,2	88	107	13,3	721,3	1147	14,4	121	60,5	252	8,7	
V	1	8	8 553	115	90	+25	+364	8 917	905	9,85	8,75	4,3	46	10,2	20,2	95	112	12,8	726	1115	13,9	113	56,5	252,5		Heute wurde von Vormittag 10 bis Nachts 10 Uhr versuchsweise die Aschfallthür geöffnet und dadurch der Heizapparat unnöthig gekühlt, daher die ungünstigen Resultate der II. Schicht.
	2	8	8 663	90	90	0	0	8 663	980	8,84	9,75	3,7	51	12,0	22,9	97	112	13,1	729	1083	13,5	122,5	61,2			
	3	8	7 940	90	75	+15	+218	8 158	875	9,32	9,2	3,9	37	9,5	20	87	103	12,6	728	1020	12,8	109	54,5	143,5		
		24	25 156	115	75	+40	+582	25 738	2 760	**9,33**	9,2	3,97	44,5	10,6	21	93	109	12,8	728	1072	13,4	115	57,5	246	8,9	
VI	1	8	8 231	75	65	+10	+146	8 377	915	9,16	8,9	4,0	47		21,1	108	106	13,3	729	1052	13,2	114	57			
	2	8	9 685	65	75	−10	−146	9 539	950	10,04	10,4	3,8	30	12,2	19,3	108	114	12,1	729	1188	14,9	119	59,5	92		
		16	17 916	75	75	0	0	17 916	1 865	9,60	9,6	3,9	38,5		20,2	108	110	12,7	729	1120	14,0	117	58,5	92	4,9	Ohne Berechnung der an diesem Tage mitverbrannten 102,5 Kilo Rückstand von 5 Tagen.
Gesammtresultat aller 6 Tage		134						164 352	17 600	**9,338**	8,8	4,3	37,4		20,7		116	14,0		1226	15,3	130,9	65,5			Ohne } d. Pause am II. Tage.
		136						165 863	17 850	**9,292**	8,7	3,97	36,8		20,6		114	13,9		1219	15,2	130,6	65,3	1004,5	5,7	Mit } d. Pause am II. Tage.
Resultat der 3 letzten Tage		64						71 191	7 520	**9,467**	9,3	3,9	41,8		21,1	95	108,5	13,3	726	1114	13,9	117,4	58,7			Ohne } Berechnung der von den ersten Tagen rückständigen Coks.
		64						71 191	7 540	**9,442**	9,3	3,9	41,8		21,1	95	108,5	13,3	726	1114	13,9	117,8	58,9			Mit } Berechnung der von den ersten Tagen rückständigen Coks.

Tabelle III. Wassergehaltsbestimmungen des Dampfes.

Beobachtungen	Neuer Kessel, System Ten-Brink. Heizfläche 80qm. 29. März 1877. Barometerstand 729mm. Normaler Betrieb 1	2	3**	Starker Betrieb 4	5	6	Normal 7	8	Schwach 9	10		Beide alte Kessel, je 1 Hauptkessel und 2 seitliche Vorwärmer, gewöhnl. Rost. Heizfläche 2×41 = 82qm. 3. April 1877. Barometerstand 722mm,9. Normaler Betrieb 1***	2	3	4	5	6	
Lufttemperatur zu Anfang	23	22,7	24,6	25,5	26,1	26,2	26	23,8	26,1	25,9	° C.	21	21	20,5	20,6	21,2	20,6	° C.
Temperatur des kalten Wassers t_0	8,45	8,70	8,95**	8,8	9,1	8,8	9,1	8,8	9,0	8,9	° C.	10***	9,4	9,6	9,6	9,7	9,7	° C.
Zeit der Füllung	9^h 11	9^h 32	9^h 52	10^h 48	11^h 10	11^h 24	11^h 44	11^h 53	12^h 13	12^h 36		5^h 10	5^h 26	5^h 38	5^h 51	6^h 2	6^h 15	
Gewicht des kalten Wassers	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	Kilo	34	34	34	34	34	34	Kilo
Beginn d. Dampfeinströmung	9^h 13	9^h34'45"	9^h53'45"	10^h 51'	11^h11'30"	11^h27'15"	11^h45'20"	11^h49'40"	12^h14'15"	12^h37'30"		5^h 13	5^h28'10"	5^h41'50"	5^h53'40"	6^h 4' 50"	6^h17'30"	
Dampfspannung Controlmanometer	4,9	4,9	4,95	5,2	4,4	4,02	4.0	4,2	4,38	5,0	Atm. metrisch	3,8	4,0	3,9	3,9	4,1	4,2	Atm. metrisch
Wasserstand im Kessel rechts	100	85	85	75	80	85	78	70	56	56	mm	100	120	105	120	125	110	mm
Wasserstand im Kessel links	110	115	108	100	130	112	95	87	80	97	mm	140	150	130	150	140	110	mm
Ende der Einströmung	9^h15'25"	9^h 38' 0"	9^h 56' 2"	10^h54'11"	11^h13'32"	11^h30'51"	11^h48'10"	12^h 1' 42"	12^h16'32"	12^h40'21"		5^h14'25"	5^h 30' 6"	5^h43'18"	5^h55'14"	6^h 6' 40"	6^h18'40"	
Gewichtszunahme G	1,555	1,540	1,680	1,702	1,82	1,91	1,84	1,605	1,895	1,86	Kilo	1,285	1,203	1,260	1,220	1,375	1,290	Kilo
Temperatur des warmen Wassers t_b	37,6	37,2	40,6	40,6	42,3	43,6	43,05	39,2	43,5	42,8	° C.	33,6	32,2	32,8	32,2	35,0	33,7	° C.
Zeit der Ablesung	9^h18'30"	9^h	9^h57'30"	9^h 56'	11^h 16'	11^h 31'	11^h49'30"	12^h 3'	12^h 18'	12^h 41'		5^h 16	5^h 32	5^h 45	5^h 57	6^h 9	6^h 21	
Lufttemperatur am Schluss	23,9	23,8	29,0*	27*	28,5*	27,4*	26,0*	28,5*	26,0	26,0	° C.	21	21	20,7	21,25	20,6	20,5	° C.
Berechnungen Corrigirte Endtemperatur t_1	36,5	36,2	39,4	39,4	41,1	42,3	41,8	38,1	42,2	41,6	° C.	32,5	31,35	31,9	31,35	34,05	32,8	° C.
Temperaturzunahme des Wassers $t_1 - t_0$	28,1	27,5	30,5	30,6	32,0	33,5	32,7	29,3	33,2	32,7	° C.	22,5	21,95	22,3	21,75	24,35	23,1	° C.
Absolute Dampfspannung in alten Atmosphären	5,70	5,70	5,75	5,99	5,32	4,85	4,83	5,03	5,20	5,80	Atm.	4,63	4,82	4,78	4,73	4,92	5,02	Atm.
Wärmegehalt von 1k Dampf von 0° an W	654,0	654,0	654,5	655,0	653,6	652,55	652,5	653,0	653,3	654,6	Cal.	652,0	652,5	652,35	652,35	652,7	652,9	Cal.
Temperatur des eingeströmten Dampfes t	157,3	157,3	157,6	159,2	155,6	151,1	151,0	152,5	153,7	157,9	° C.	149,4	150,8	150,2	150,2	151,6	152,4	° C.
Wärmeabgabe von 1k Dampf $A = W - t_1$	617,5	617,8	615,1	615,6	612,5	610,25	610,7	614,9	611,1	613,0	Cal.	619,5	621,15	620,45	621,0	618,65	620,1	Cal.
Wärmeabgabe von 1k Wasser $B = t - t_1$	120,8	121,1	118,2	119,8	114,5	108,8	109,2	114,4	115,5	116,3	Cal.	116,9	119,45	118,3	118,85	117,55	119,6	Cal.
Beobachtete Erwärmung $34(t_1 - t_0) = C$	955,4	935,0	1037,0	1040,4	1088,0	1139,0	1111,8	996,2	1128,8	1111,8	Cal.	765,0	746,3	758,2	739,5	827,9	785,4	Cal.
Absoluter Wassergehalt $\frac{GA - C}{A - B} = x$	0,0117	0,0330	(−0,0073)	0,0139	0,0537	0,0530	0,0237	(−0,0183)	0,0585	0,0572	Kilo	0,0630	0,0018	0,0469	0,0361	0,0454	0,0290	Kilo
Wassergehalt in Procenten $\frac{100x}{G}$	0,76	2,14	(−0,43)**	0,82	2,95	2,78	1,29	(−1,14)	3,09	3,08	pCt.	4,9***	0,16	3,74	2,97	3,31	2,27	pCt.

* Das Thermometer hatte noch nicht die richtige Temperatur angenommen. — ** Anfangstemperatur vielleicht etwas zu hoch. — *** Anfangstemperatur unsicher.

Vermischtes.

Näherungsformeln für Trägheits- und Widerstandsmomente von Winkeleisen.

Von Ingenieur Krohn.

(Vorgetragen in der Versammlung des Aachener Bezirksvereines vom 4. April 1877.)

Bei der vielfachen Anwendung der Winkeleisen ist häufig die Kenntniss des Widerstands- oder Trägheitsmomentes dieses Profils erforderlich. Jede Biegungsinanspruchnahme bedingt die Berechnung des einen, jede Druck- bezw. Zerknickungsbeanspruchung die Berechnung des anderen Momentes. Bei der Inanspruchnahme auf Biegung wirkt in fast allen Fällen die Last in einer solchen Richtung, dass es genügt, das Widerstandsmoment bezüglich einer Schwerpunktsaxe, welche parallel einem Schenkel des Winkeleisens ist, zu kennen. Bei der Zerknickungsbeanspruchung ist jedoch, je nachdem das Winkeleisen in Verbindung mit anderen Constructionstheilen oder allein als Druckstrebe zu fungiren hat, die Gefahr des Ausknickens nach verschiedenen Richtungen vorhanden. In vielen Fällen ist es erforderlich, das Trägheitsmoment bezüglich einer Axe, welche parallel zu einem Schenkel des Winkeleisens liegt, zu kennen; (besonders für den Fall, dass die Druckstrebe aus zwei Winkeleisen zusammengesetzt ist). Bei einem einzelnen Winkeleisen ist die Gefahr des Ausknickens über Eck vorhanden, und muss demnach das Trägheitsmoment bezüglich einer Schwerpunktsaxe, welche diagonal zur Schenkelrichtung des Profils liegt, in die Rechnung eingeführt werden.

Bedeutet:

J_1 das Trägheitsmoment, } bezüglich einer Schwerpunktsaxe, welche parallel zu einem

W_1 das Widerstandsmoment, } Schenkel des Winkeleisens liegt,

J_2 das Trägheitsmoment bezüglich einer zur Schenkelrichtung des Profils diagonalen Schwerpunktsaxe,

l die Schenkellänge,

d die Schenkelstärke,

so ist:

$$J_1 = \frac{d}{12} \frac{(3l^2 - 3ld + d^2)^2 - 4l^2(l-d)^2}{2l-d} \quad . \; . \quad (1)$$

$$W_1 = \frac{d}{6} \frac{(3l^2 - 3ld + d^2)^2 - 4l^2(l-d)^2}{3l^2 - 3ld + d^2} \quad . \; . \quad (2)$$

$$J_2 = 2d\,[0{,}4714\,(y_1{}^3 + y_2{}^3) + \frac{d}{2}(y_1 + 0{,}2357\,d)^2 + $$
$$+ d\,(y_2 + 0{,}4714\,d)^2 + 0{,}125\,d^3] \quad . \; . \quad (3),$$

hierin bedeutet:

$$y_1 = 0{,}7071 \frac{l^2 - d(2l-d)}{2l-d}$$

$$y_2 = 0{,}7071 \frac{l^2 - d(3l-d)}{2l-d}.$$

Da man nicht eigentlich die Dimensionen eines Winkeleisens direct bestimmt, sondern nur das erforderliche Trägheits- bezw. Widerstandsmoment berechnet und alsdann versucht, ob dieses oder jenes zunächst nach Schätzung gewählte Profil den gestellten Anforderungen genügt, so ist man häufig genöthigt, obige Formeln drei bis vier Mal anzuwenden, bis man schliesslich ein passendes Winkeleisen findet. Diese Berechnungen sind langwierig und zeitraubend. Bedenkt man ausserdem, dass obige Formeln nicht einmal genau sind — sie sind abgeleitet für einen aus zwei Recktecken zusammengesetzten Querschnitt, welcher von den wirklich vorhandenen Profilen nicht unerheblich abweicht — so liegt der Gedanke sehr nahe, für diese Momente Näherungsformeln aufzustellen, welche bequemer zu handhaben sind und für die Praxis genügende Genauigkeit liefern.

Es soll zunächst für das Trägheitsmoment J_1 bezüglich einer Axe, welche parallel zu einem Schenkel des Winkeleisens liegt, ein solcher Näherungsausdruck abgeleitet werden.

Man kann die obige Formel (1) auch folgendermassen schreiben:

$$J = dl^3 \cdot \frac{1}{24}\left[5 - \frac{15}{2}\frac{d}{l} + \frac{29}{4}\frac{d^2}{l^2} - \frac{19}{8}\frac{d^3}{l^3} - \frac{11}{16}\left(\frac{d^4}{l^4} + \frac{1}{2}\frac{d^5}{l^5} + \frac{1}{4}\frac{d^6}{l^6} + \ldots\right)\right. \quad (4)$$

$$J = dl^3 . \alpha \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (5),$$

worin also α einen Coefficienten bedeutet, welcher mit $\frac{d}{l}$ veränderlich ist. Für geometrisch ähnliche Querschnitte ist α eine Constante.

Zur näherungsweisen Bestimmung dieses Coefficienten sind vier verschiedene Werthe des Verhältnisses $\frac{d}{l}$ angenommen, welche innerhalb der praktisch vorkommenden Grenzen liegen.

Diese Werthe nebst den aus den Gleichungen (4) und (5) ermittelten zugehörigen Coefficienten α sind:

I. $\frac{d}{l} = 0{,}06 \quad \alpha = 0{,}191$

II. $\frac{d}{l} = 0{,}1 \quad \alpha = 0{,}180$

III. $\frac{d}{l} = 0{,}15 \quad \alpha = 0{,}168$

IV. $\frac{d}{l} = 0{,}2 \quad \alpha = 0{,}157.$

Trägt man die zusammengehörigen Werthe als Abscissen und Ordinaten auf, so findet man, dass die dadurch bestimmte Curve näherungsweise eine Gerade ist. Man kann also α darstellen in der Form

$$\alpha = m + n\frac{d}{l} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (6).$$

Combinirt man den ersten und vierten Fall, so findet man:

$$m = 0{,}205; \quad n = -0{,}243.$$

Durch Combination des dritten und zweiten Falles ergiebt sich:

$$m = 0{,}204; \quad n = -0{,}240.$$

Wählt man für m und n Mittelwerthe, so erhält man aus Gl. (6):

$$\alpha = 0{,}2045 - 0{,}2415\frac{d}{l} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (7).$$

Diese Zahlenwerthe lassen sich, ohne dass dadurch ein bedeutender Fehler gemacht wird, noch wesentlich vereinfachen.

Bedenkt man, dass im Mittel $\frac{d}{l} = 0{,}1$ ist, und führt man diesen Mittelwerth in Gl. (7) ein, so ergiebt sich:

$$\alpha = 0{,}2045 - 0{,}02415.$$

Der Werth von α wird erst in der vierten Decimalstelle eine Abweichung erleiden, wenn man statt dessen schreibt:

$$\alpha = 0{,}2 - 0{,}02:$$

Für mittlere Werthe von $\frac{d}{l}$ wird man demnach jedenfalls mit genügender Näherung setzen können:

$$\alpha = 0{,}2 - 0{,}2\frac{d}{l} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (8).$$

Aber selbst für die oben gewählten extremen Fälle I und IV liefert dieser Ausdruck noch brauchbare Resultate; es ergiebt sich nämlich aus Gl. (6):

I. $\alpha = 0{,}188$ III. $\alpha = 0{,}170$

II. $\alpha = 0{,}180$ IV. $\alpha = 0{,}160.$

Diese Zahlen stimmen mit den oben abgeleiteten Werthen gut überein.

Setzt man den Ausdruck aus Gl. (8) in Gl. (5) ein, so erhält man:

$$J_1 = \left(0{,}2 - 0{,}2\frac{d}{l}\right) dl^3$$

oder

$$J_1 = (0{,}2\,l - 0{,}2\,d)\,dl^2 \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (9).$$

Diese Formel ist bequem und liefert für die Praxis genügend genaue Werthe.

In ganz analoger Weise findet man für das Widerstandsmoment W_1, bezogen auf eine Axe, welche parallel zu einem Schenkel des Winkeleisens liegt, folgenden Näherungsausdruck:

$$W = (0{,}27\,l - 0{,}2\,d)\,dl \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10).$$

Zur Bestimmung einer bequemen Formel für das Trägheitsmoment J_2 bezüglich einer diagonal liegenden Schwerpunktsaxe ist ein etwas abweichender Weg eingeschlagen.

Zunächst erkennt man durch einfache Ueberlegung, dass sich auch dieses Trägheitsmoment in der Form

$$J_2 = \alpha \,.\, dl^3 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

schreiben lässt, wobei wiederum α einen Coefficienten bedeutet, welcher nur mit dem Verhältniss $\frac{d}{l}$ veränderlich ist, also für geometrisch ähnliche Querschnitte constant bleibt.

Es ist nun für vier Winkeleisen von der Schenkellänge 10 und den Schenkelstärken 0,6, 1, 1,5 und 2 nach Formel (3) das Trägheitsmoment J_2 berechnet, und alsdann rückwärts der Coefficient α aus der Beziehung

$$\alpha = \frac{J_2}{dl^3}$$

abgeleitet.

Dadurch ergeben sich als zusammengehörige Werthe:

$$\text{I.} \quad \frac{d}{l} = 0{,}06 \qquad \alpha = 0{,}0768$$
$$\text{II.} \quad \frac{d}{l} = 0{,}1 \qquad \alpha = 0{,}0734$$
$$\text{III.} \quad \frac{d}{l} = 0{,}15 \qquad \alpha = 0{,}0703$$
$$\text{IV.} \quad \frac{d}{l} = 0{,}2 \qquad \alpha = 0{,}0682.$$

Zwischen α und dem Verhältniss $\frac{d}{l}$ lässt sich in derselben Weise wie oben näherungsweise eine einfache Beziehung herstellen. Man erhält:

$$\alpha = 0{,}08 - 0{,}06\,\frac{d}{l} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (12);$$

für die vier angenommenen Werthe giebt diese Formel:

$$\text{I.} \quad \alpha = 0{,}0764$$
$$\text{II.} \quad \alpha = 0{,}0740$$
$$\text{III.} \quad \alpha = 0{,}0710$$
$$\text{IV.} \quad \alpha = 0{,}0680.$$

Diese Zahlen stimmen mit den oben abgeleiteten gut überein.

Setzt man den Ausdruck (12) in Gleichung (11) ein, so erhält man:

$$J_2 = 2(0{,}04\,l - 0{,}03\,d)\,dl^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13).$$

Auch diese Formel ist der Formel (3) gegenüber als äusserst bequem zu bezeichnen.

Nachstehend seien noch einige Zahlenwerthe des Vergleiches halber zusammengestellt:

Schenkellänge l	Schenkelstärke d	Trägheitsmoment J_1		Trägheitsmoment J_2		Widerstandsmoment W_1	
		Formel 1	Formel 9	Formel 3	Formel 13	Formel 2	Formel 10
5	0,4	9,26	9,20	3,75	3,76	2,57	2,54
5	1	19,64	20,00	8,52	8,50	5,79	5,75
7	1	58,2	58,8	24,24	24,50	11,91	11,83
9	1	129	130	53,0	53,5	20,24	20,07
12	1,5	450	454	186	188	53,3	52,9
15	1	637	630	258	256	58,6	57,7
15	2	1160	1170	482	486	110,3	109,5

Luftcompressions-Maschine mit Dampfbetrieb.

Von Jacob Faber.

(Hierzu Fig. 1 bis 3, Taf. XXIV.)

Von der Idee ausgehend, eine einfache billige Luft-Compressionspumpe zu construiren, welche gleichzeitig wenig Raum einnehmen sollte, ist die in Fig. 1 bis 3, Taf. XXIV gezeichnete, in Preussen, Sachsen, Oesterreich und Frankreich patentirte Construction entstanden. Dieselbe ist eine sogenannte halbnasse Pumpe mit Kolben versehen, bei welcher das Wasser nur zum Kühlen der Ventile und zum Ausfüllen des schädlichen Raumes dient. Die Luftpressung soll in Höhe bis zu 5 Atm. erzielt werden, da über diese Spannung hinaus Kolbenpumpen den Plungerpumpen nachstehen, weil man bei letzteren Undichtigkeiten leichter erkennen und beseitigen kann. Die halbnassen Pumpen, welche nur wenig Wasser in Bewegung zu setzen haben, können mit grösserer Geschwindigkeit arbeiten, und habe ich dieses Princip namentlich bei der stehenden Anordnung im Auge gehabt, um dabei ausserdem das Gewicht von Kolben, Kolbenstangen u. s. w. durch das Schwungrad abzubalanciren.

Die Ventile sind sämmtlich Ringventile aus Gummi, welche nach meinen Erfahrungen Jahre lang halten, sofern sie nur von guter Qualität genommen, und die einzelnen Oeffnungen bezw. die Stärke des Gummiringes zweckmässig gewählt werden; aus diesem Grunde ist auch ihre Unzugänglichkeit nicht so gefährlich, wie es auf den ersten Anblick scheinen könnte; man braucht auch nur den Cylinder sowie das innere Ventil zu lösen, und alle Ventile sind zugänglich.

Der Dampfcylinder ist einfach wirkend, und zwar tritt der Dampf von oben in denselben. Geht hierbei der Kolben nach unten, so wird die Luft, die vorher bei seinem Aufgange bei v durch das Ventil n in den Raum a eingetreten war, durch das Ventil o in den Raum über den Luftpumpenkolben l gedrückt, um dann beim erneuten Aufgange des Kolbens durch das Ventil m in den Raum k und von diesem in das Windreservoir q einzutreten. Durch die Spannung der comprimirten Luft erfolgt der Aufgang des Kolbens; ist beim Anfange des Betriebes eine solche noch nicht vorhanden, so bewirkt ihn die im Schwungrade aufgesammelte Arbeit, weil zu dieser Zeit der Arbeitswiderstand der Pumpe noch ein nur geringer ist. Ist die Pumpe einmal im Betriebe gewesen, so hält man gewöhnlich so viel Spannung im Reservoir, dass der Dampfkolben wieder in die Höhe gedrückt wird.

Die Bewegung der Pleuelstangen im Luftreservoir dürfte nichts Bedenkliches haben, da die Luft kalt bleibt und bei vorsichtiger Schmierung, wie die ähnlich angeordneten Dreicylindermaschinen von Brotherhood, sobald sie mit comprimirter Luft arbeiten, gezeigt haben, sich keinerlei Uebelstände ergaben. Bei Anwendung von Dampf würde allerdings bald ein Warmlaufen der Zapfen eintreten. Die Dichtung an der Kurbelachse ist leicht durch eine Ledermanschette zu bewirken, welche, auf einer Eisenscheibe befestigt, mit der Achse rund läuft und sich immer gegen das Lager legt.

Das zum Kühlen dienende Wasser, welches bei w von Zeit zu Zeit entfernt wird, ist zweckmässig durch eine kleine Pumpe zu beschaffen, welche bei jedem Hub ein wenig bei dem Ventil v bezw. bei n einführt. Den Durchmesser dieser Pumpe nimmt man, wenn sie einfach wirkend ist und gleichen Hub mit der Luftpumpe hat, $= \frac{1}{10}$ von dem Durchmesser der letzteren. Bei zweckmässiger Anordnung des unteren Theiles vom Dampfcylinder lässt sich auch eine Abkühlung des letzteren, welche durch das Einsaugen von Luft und Wasser möglich wäre, vermeiden.

Die Kolbengeschwindigkeit der Maschine, deren Steuerung in den Zeichnungen nur skizzenhaft angedeutet ist, soll so bemessen werden, dass sie bei 500mm Hub 70 bis 80 Umdrehungen in der Minute macht.

Um den Gang der Maschine nach dem im Luftreservoir herrschenden Druck zu regeln, ist der in Fig. 3 in doppeltem Massstabe gezeichnete Regulator i angebracht. Derselbe öffnet bei zunehmendem Druck bis zu einer gewissen Grenze die Drosselklappe bei f. Ist diese Grenze erreicht, so geht die Maschine wieder langsamer, weil die Drosselklappe wieder geschlossen wird. Es wird dies durch zwei verschieden grosse Kolben c' und b' erzielt, denen durch die Federn e' und d' ein gewisser Gegendruck gegeben wird, welchen die Luftspannung überwinden muss. Die Luft bewegt zunächst den kleinen Kolben, so dass dieser in der Richtung des Pfeiles g' die Stange der Drosselklappe bewegt, wodurch dann der Stellring h' näher zu i' rückt. Letzterer ist mit dem Kolben b' verbunden. Ist die gewünschte Spannung erreicht, so über-

windet dieser Kolben den Druck auf den Kolben c' und hebt die Stange der Drosselklappe durch den Stellring i, wodurch die Klappe geschlossen wird. Wird der Druck zu stark, so entweicht die Luft durch die Oeffnungen k', über welche b' dann hinweggeht.

Alles Uebrige dürfte aus den Zeichnungen ersichtlich sein.

Barmen, August 1877.

Technische Literatur.

Bauwesen.

Beitrag zu einer tektonischen Lösung des Conflictes zwischen Stütze und Bogen. Von Fritz Sachtler. Mit 15 Holzschnitten. 24 S. (Preis: 1,20 M). Berlin, 1877. Theobald Grieben. —

Die vorliegende Broschüre im Umfang von 24 Seiten ist eine tektonische Studie, welche sich theilweise in ziemlich überschwänglichen Worten über das genannte Thema verbreitet. Verfasser kennzeichnet, nach Hervorhebung der vollkommenen Harmonie im Säulen- und Architravbau der griechischen Architektur, verschiedene Unzulänglichkeiten, welche aus der Uebertragung jener Kunstformen auf den Bogenbau erwachsen, und sucht die Conflicte durch Heranziehung weiterer, dem Reichthum der Pflanzenbildung entlehnter Formen zu lösen. Es ist mühsam, in der langen Rede Sinn einzudringen, und wir gestehen aufrichtig, dass es uns nicht vollständig gelungen, trotz wiederholter Lectüre. Es bleibt der Trost, nach dieser Richtung Gefährten zu finden. Dm.

Verschiedenes.

Illustrirter Rathgeber und Preis-Catalog für die Wahl von sämmtlichen laufenden Maschinen, Vorrichtungen, Apparaten und Gegenständen, welche in der Praxis des Maschinenwesens und der gesammten technischen Industrie vorkommen, nebst Angabe der Preise, Bezugsquellen, Gewicht, Dimensionen, Gebrauchsweise, Kraftbedarf u. s. w. von G. Meissner, Ingenieur. Mit 85 Holzschnitten und 50 autographirten Tafeln. 381 S. (Preis 14 M). Jena, Hermann Costenoble. —

Der Verfasser will mit seinem Buch dem Techniker ein nützliches Hilfsbuch beim Veranschlagen und dem Industriellen einen Wegweiser bei der Auswahl und Anschaffung von Maschinen und Apparaten in die Hand geben.

Was den ersten Zweck betrifft, so sind wir der Meinung, dass die einfachen Preistaschenbücher, wie das von Levitus z. B. demselben vollkommen genügen, Zeichnungen und specielle Angaben über Construction dabei überflüssig sind. In Bezug auf das zweite Ziel sagt der Verfasser selber in der Vorrede sehr richtig, dass die Zweckmässigkeit ein und desselben Gegenstandes in hohem Grade von persönlichen und örtlichen Verhältnissen abhängig ist. Diese wird nun schwerlich ein Buch in erschöpfender Weise berücksichtigen können, besonders wenn es, wie das vorliegende, in der Weise kritisch verfährt, dass es an vielen Stellen einfach die Circulare der betreffenden Fabriken wiedergiebt, sogar einen der beliebten deutschen Preiscourante ohne Preise abdruckt.

Wir sind daher nicht der Meinung, dass das Buch irgend welchen Nutzen schaffen wird. R. Z.

Karmarsch und Heeren's technisches Wörterbuch. Dritte Auflage, ergänzt und bearbeitet von Kick und Gintl, Professoren an der k. k. deutschen technischen Hochschule in Prag. Lieferung 21 und 22. S. 1 bis 176. Prag, 1877. Verlag der Bohemia. —

Die vorliegenden beiden Lieferungen bringen neben kürzeren Artikeln recht ausführliche Abhandlungen über Eisendarstellung, mit Ausnahme der Eisengiesserei und Formerei, die in einem besonderen Artikel behandelt werden, und über Eisenbahnen.

Beides sind, dem Charakter des Werkes entsprechend, natürlich keine erschöpfenden Darstellungen, sie bringen aber das Nothwendigste und Neueste in klarer, übersichtlicher Form und mit guten Holzschnitten erläutert. R. Z.

Technischer Kalender für Maschinen- und Hütten-Ingenieure, bearbeitet von H. Fehland, früherer Eisenbahn-Maschinenmeister, Eisenhütten-Ingenieur u. s. w. Eine Sammlung der wichtigsten Formeln, Tabellen und Resultate aus den Hauptgebieten der Technik. 1878. (Preis 5,75 M). Braunschweig. George Westermann. —

Neben dem üblichen Kalendarium und Notizkalender enthält dieser neue Kalender, wie die schon bestehenden, die allgemeiner benutzten Formeln und Tabellen der Mathematik, Mechanik und Physik; bei der Festigkeitslehre sind einige ausführliche Tabellen über gangbare Trägerprofile eingeschaltet. Der übrige Inhalt weicht aber von dem bisher Gebrachten in vielen Stücken ab. Zunächst werden in recht bemerkenswerther Vollständigkeit die Constructionsverhältnisse der einzelnen Maschinentheile gegeben und zwar in der älteren Redtenbacher'schen Art, die Verhältnisse auf die Hauptabmessung bezogen unter Zufügung bestimmter Constanten, nicht auf Grund der in neuerer Zeit beliebten, z. Th. durch Ausziehen von Biquadratwurzeln erst zu berechnenden sog. Bezugseinheiten. Bei dem Capitel „Vernietungen" hat die ganze Kesselfabrikation sehr eingehende Berücksichtigung gefunden. Dass übrigens die Excentriks und Pumpenhebel in den Abschnitt über Dampfmaschinen gerathen sind, scheint auf einem Versehen zu beruhen und ist in Zukunft leicht abzuändern.

Dampfmaschinen, Kessel, Wasserräder, Pumpen und Gebläse bringen nicht viel mehr als die gewöhnlichen Angaben, nur sind die Schieberanordnungen der ersteren ausführlicher als gewöhnlich behandelt. Dagegen ist wieder das Capitel über Eisen- und Stahlfabrikation mit besonderem Eingehen in die Sache bearbeitet. Ueber die allgemeine Anordnung der Walzwerke, Oefen, Walzenstrassen und namentlich die Kalibrirung der Walzen werden die detaillirtesten Angaben gemacht; weniger ausführlich sind das Bessemern und die Stahlfabrikation behandelt, während der Hohofenprocess und Giesserei gar nicht berührt werden. Hier wird hoffentlich in späteren Jahrgängen des Kalenders eine Vervollständigung eintreten.

Den Schluss bilden Mittheilungen über Bauwesen, Eisenbahnbau, Gasfabrikation, Mahlmühlen, sowie Papier- und Zuckerfabrikation.

Zahlreiche, sauber ausgeführte Holzschnitte erleichtern das Verständniss der gemachten Angaben; der Druck ist deutlich, das Format handlich, nur die Anordnung des Einbandes scheint uns gegen die in letzter Zeit von dem „Ingenieur-Kalender" angenommene zurückzustehen.

Bei der Menge des Abweichenden und Besonderen, was dieser neue Kalender bringt, können wir nicht anstehen, auch ihm eine Existenzberechtigung unter seinen älteren Brüdern einzuräumen; für Viele wird er werthvoller sein als diese und sich wie sie einen ständigen Kreis von Freunden schaffen. R. Z.

Berichtigungen zu Heft 3 und 9.

Seite 120 in der Tabelle, Zeile 2 unter II lies 18,75 statt 18,15.
- - - - - 5 - I lies 4,02 - 4,2.
- - - - - 8 lies: Pulsationen in der Minute.
- - - - - 15 unter II lies 97015,40 statt 97015,14.
- - - - - 18 in der Einheitenspalte lies ^{mk} statt ^{k}.
- 385 in der Ueberschrift lies 1877 statt 1871.
- 387 Zeile 3 v. u. lies: und fand schon mit Schwefelwasserstoff Arsenik.
- 391 - 21 v. o. lies: und dann 5 bis 10^{g} Oel auf $\frac{1}{2}^{k}$ Collodium zugegeben.

A. W. Schade's Buchdruckerei (L. Schade) in Berlin, Stallschreiberstr. 47.

ZEITSCHRIFT

DES

VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE.

1877. Band XXI. Heft 12. Decemberheft.

Abhandlungen.

Ueber die Grundform der sogenannten Schwedler-Träger.

Von **C. Kayser**.

Aus den Mittheilungen der Wochenschrift (No. 28) über den Vortrag des Hrn. Gutermilch, betreffend Theorie, Construction und Materialverbrauch von Schwedler-Trägern u. s. w. ersehe ich, dass der Vortragende als „die am häufigsten zur Anwendung kommenden Brückenträger die mit gerader unterer und parabolischer, elliptischer oder ähnlich gestalteter oberer Gurtung" bezeichnet. Zu letzteren rechnet er wol auch die sogenannten Schwedler'schen Träger. Welche Curve aber die Knotenpunkte dieser Träger bestimmt, darüber giebt er keine Auskunft, und soll deshalb eine Erörterung derselben der Zweck dieser Zeilen sein.*)

Nimmt man über einem Fachwerksträger eine gleichmässig vertheilte Last an, welche man sich auch als sein Eigengewicht denken kann, so muss er, sollen seine Felder gegen Verschiebung gesichert sein, in allen Fächern Diagonalen erhalten, welche von der Mitte aus durchaus symmetrisch angeordnet sind. (Die Ausnahme hiervon macht, wie bekannt, der parabolische Träger, welcher bei gleich vertheilter Belastung keinerlei Diagonalen bedarf.) Gewöhnlich werden die Diagonalen so angeordnet, dass sie nur auf Zug in Anspruch genommen werden, und es würden mithin, wenn lediglich die gleichmässig vertheilte Belastung zu berücksichtigen wäre, die Diagonalen die in Fig. 1 angegebene Lage erhalten müssen.

Fig. 1

Nun ist es aber ferner bekannt, dass, wenn eine Einzellast Q in dem Träger angebracht wird, dieselbe in allen Diagonalen eine Zugspannung hervorbringen wird, deren Richtungslinien die durch den Belastungspunkt gezogene Lothlinie unterhalb der unteren Gurtung schneiden (Fig. 2), während sie in derjenigen Diagonale, deren Richtungslinie diese Lothlinie oberhalb der unteren Gurtung schneidet, eine Druckspannung hervorbringen wird.

Fig. 2

Schiebt sich nun von der linken Seite her eine gleichmässige Lastschicht über die Brückenbahn, welche etwa durch die untere Gurtung repräsentirt werden mag, so bringt diese Belastung, so lange sie noch nicht über den Fusspunkt der ersten Diagonale hinaus ist, eine Druckspannung in allen Diagonalen der linken Trägerhälfte hervor, dagegen eine Zugspannung in allen Diagonalen der rechten Trägerhälfte.

Die Druckspannung, welche für die Diagonalen der linken Trägerhälfte entsteht, wird aber die in derselben infolge der constanten Belastung (Eigengewicht) nothwendig bestehende Zugspannung theilweise oder auch ganz compensiren, oder noch darüber hinaus die Inanspruchnahme der Diagonale überhaupt in eine Druckspannung verkehren. Es leuchtet aber ein, dass, wenn die Lastschicht über den Fusspunkt der Diagonale hinausrückt, dieser vorgeschobene Theil der Belastung für sich in der Diagonale nur eine Zugspannung hervorbringen kann, also die Druckspannung, welche die Lastschicht hervorbringt, die vom linken Auflager her bis zum Fusspunkte der Diagonale den Träger belastet, nothwendigerweise wieder verringern muss. Es ergiebt sich hieraus, dass die aus der constanten Last hervorgegangene Zugspannung in der Diagonale eine Maximalcompensation erfährt, wenn die Lastschicht bis an ihren Fuss herangerückt ist.

*) Vergl. hierüber auch Bd. XXI, S. 321. (D. Red.)

In der rechten Trägerhälfte, wo die von dem linken Auflager her anrückende Lastschicht nur Zugspannungen in den Diagonalen hervorruft, treten diese Zugspannungen zu den aus der constanten Belastung hervorgegangenen hinzu, vermehren dieselben also statt sie zu compensiren. Aus ganz analogen Betrachtungen wie oben ergiebt sich aber, dass diese Vermehrung ihr Maximum erreicht, wenn die Lastschicht bis an den Fusspunkt der betreffenden Diagonale herangerückt ist. Geht sie darüber hinaus, so tritt wieder eine Verminderung der Inanspruchnahme der Diagonale ein.

Hieraus ergiebt sich also das thatsächliche Maximum für die der betreffenden Diagonale zufallende Spannung, welche für den Constructeur massgebend ist.

Das Minimum ihrer Inanspruchnahme, welches durch die Compensation der Zugspannung durch die Druckspannung in der linken Trägerhälfte bei einer von links her anrückenden Lastschicht dargestellt wird, hat für die Construction nur insofern Werth, als zu untersuchen ist, ob die compensirende Druckspannung nicht gar grösser wird als die aus der constanten Belastung hervorgehende Zugspannung, weil in diesem Falle für die betreffenden Felder gekreuzte Diagonalen anzuordnen wären.

Da nun aber die Grösse der Diagonalenspannungen nicht nur von der Grösse der constanten und mobilen Last abhängt, sondern auch durch die Form des Trägers bedingt ist, somit also dem Constructeur hier ein Spielraum zur Erfüllung von etwaigen Nebenbedingungen gelassen ist, so liegt die Frage nahe: kann man die Trägerform so wählen, dass das Minimum der Spannung in den Diagonalen gleich Null wird? d. h. dass die aus der in Rechnung zu stellenden mobilen Last für irgend eine Diagonale hervorgehende Druckspannung im Maximum gleich ist der aus der constanten Last hervorgegangenen Zugspannung, so dass also für den Zustand der Minimal-Inanspruchnahme vollständige Compensation eintritt.

Diese Frage ist nun zu bejahen.

Bezeichnet man die Länge des Trägers zwischen den Auflagerpunkten durch l, seine Höhe in der Mitte durch h, das Verhältniss der auf jeden Knotenpunkt bezw. jede Längeneinheit entfallenden mobilen Last q zur constanten Last p durch $k = \frac{q}{p}$, so ist durch die Gleichung

$$q = \frac{2\,h\,(k+2)\,x\,(l-x)}{l\,(l+k\,x)}$$

eine Curve gegeben, welche die Orte für die Knotenpunkte der oberen Gurtung in der linken Trägerhälfte dergestallt bestimmt, dass das Minimum der Diagonalspannung $= 0$ ist. Selbstredend wird die rechte Trägerhälfte symmetrisch geformt und besitzt damit für eine vom rechten Auflager her anrückende mobile Lastschicht dieselbe Eigenschaft. Der Träger bedarf hiernach also keiner sich kreuzenden Diagonalen, und die Stärke der einfachen Diagonalbänder ist nach bekannten Formeln für die Maximal-Zugspannung der Diagonalen zu bestimmen.

Die analytische Herleitung obiger Coordinatengleichung geht über den zulässigen Umfang dieses Aufsatzes hinaus; ich muss mich daher hier darauf beschränken, den Nachweis für die eben behauptete Eigenschaft der Gurtungscurve zu geben und ihre näheren Eigenthümlichkeiten zu bezeichnen.

Construirt man die Curve, indem man die Ordinaten berechnet, so zeigt sie sich als ein convexer Bogen über der als Abscissenaxe angenommenen unteren Gurtung, da für $x = 0$ und $x = l$ auch $y = 0$ ist. Jedoch erscheint der Bogen unsymmetrisch, da sein Scheitel nicht über der Mitte liegt, trotzdem für $x = \frac{l}{2}$, $y = h$ wird. Fig. 3 zeigt annähernd dis Form der Curve, da diese aber nur für eine Trägerhälfte gilt, so wird die vollständige Gurtung in der Gestalt Fig. 4 erscheinen müssen.

Fig. 3

Fig. 4

Wenn man nun einen Träger durch einen geraden Schnitt getheilt denkt, und substituirt für die in den durchschnittenen Constructionselementen herrschenden Spannungen äussere Kräfte, die in Intensität und Richtung den durch den Schnitt aufgehobenen Spannungen gleich sind, so würden diese äusseren Kräfte die zerschnittenen Theile in derselben Lage und in demselben statischen Gleichgewicht erhalten, in welchem sie sich vor der Trennung durch den Schnitt befunden haben. Die Spannungen, für welche aber bei einem senkrechten Schnitt durch ein Fachwerk des Trägers äussere Kräfte zu substituiren wären, sind die Spannung R in der oberen Gurtung, die Spannung T in der unteren Gurtung und die Spannung D in der vorhandenen und mit durchschnittenen Diagonale. Man denke sich nun einen Träger dieser Form in eine unendliche Anzahl kleiner Fachwerke getheilt von der Breite dx, so wird für das Feld, welches in der Entfernung x (Fig. 5) vom Auflager liegt, das Minimum der Diagonalenspannung in dem Augenblick eintreten, wo die mobile Last gerade die Strecke x bedeckt. Nun denke man ferner durch dieses Feld einen Verticalschnitt, so sind die Spannungen in den durchschnittenen Gurtungen bezw. der Diagonale, die Belastungen des abgeschnittenen Theiles und der Auflagerdruck am linken Auflager $= G$ die äusseren Kräfte, welche an dem abgeschnittenen Theile wirksam sind, und zur Erhaltung des statischen Gleichgewichtes den statischen Fundamentalgleichungen entsprechen müssen.

Fig. 5

Als Horizontalkräfte an dem im Gleichgewicht zu **haltenden** System sind nur die Horizontalcomponenten **der durch**schnittenen Spannungen vorhanden, also $R \cos \alpha$, $D \cos \gamma$ und T, wenn α und γ die bezw. Neigungs**winkel** der durchschnittenen Gurtung und Diagonale **gegen** die Horizontale bezeichnen. Wenn man aber **auch** aus der Gleichung

$$R \cos \alpha + D \cos \beta + T = 0$$

nachzuweisen vermöchte, dass $D \cos \gamma = 0$ ist, so wäre **damit** noch nicht der Beweis geführt, dass eine Diago**nalen**spannung überhaupt nicht vorhanden sei. Da in **einem** Felde von der Breite dx der Neigungswinkel **der** Diagonale von einem rechten Winkel nicht ver**schieden** sein kann, so ist in diesem Falle $\cos \gamma = 0$, **es** würde also die Bedingung $D \cos \gamma = 0$ doch für **jeden** möglichen endlichen Werth von D erfüllt sein.

Kann man dagegen aus der Bedingungsgleichung für die Verticalkräfte nachweisen, dass $D \cos \gamma = 0$ ist, so ist damit der Beweis geliefert, dass in der That in dem Schnitt keine Diagonalenspannung vorhanden ist unter den Bedingungen, welche für das Minimum der Diagonalenspannung massgebend sind, da $\sin \gamma$ unter den angenommenen Bedingungen von 1 nicht unterschieden ist, die Bedingung $\sin \gamma = 0$ daher nur erfüllt werden kann, wenn D selbst $= 0$ ist.

Als Verticalkräfte an dem abgeschnittenen Trägerstück finden sich aber folgende wirksam:

1) Der Auflagerdruck am linken Trägerende $= G$.
2) Das Gewicht des abgeschnittenen Trägerstückes $= g$.
3) Die Verticalcomponente der Spannung in der oberen Gurtung $= R \sin \alpha$.
4) Die Verticalcomponente der etwa vorhandenen Diagonalenspannung $= D \sin \gamma$.

Bezeichnet nun p die constante Belastung pro Längeneinheit, so ist die gesammte constante Belastung $= l p$ und der daraus resultirende Auflagerdruck $= \frac{lp}{2}$.

Die gesammte mobile Belastung, welche die Strecke x bedeckt, drückt sich durch xq aus, wenn q das Gewicht der Lastschicht pro Längeneinheit bezeichnet. Der daraus resultirende Druck auf dem linken Auflager ist daher $x q \frac{\left(l - \frac{x}{2}\right)}{l} = \frac{x q (2l - x)}{2l}$, und es ergiebt sich hieraus:

$$G = \frac{x q (2l - x)}{2l} + \frac{lp}{2}.$$

Das Gewicht des abgeschnittenen Trägerstückes einschl. der darauf ruhenden mobilen Belastung ergiebt sich $g = x(p + q)$.

Zur Bestimmung von $R \sin \gamma$ bezw. R führt am einfachsten eine Momentengleichung um den Fusspunkt von y als Drehpunkt.

Drehungsmomente in Bezug auf diesen Punkt haben nur die durch G, g und R bezeichneten Kräfte, da die Richtungen von T und etwa von D durch den Drehpunkt selbst gehen. Die Hebelsarme von G und g sind x bezw. $\frac{x}{2}$; für R ergiebt sich der Hebelsarm zu $y \cos \alpha$. Da aber die von G angestrebte Drehung der von R und g angestrebten entgegenwirkt, so entsteht als Bedingung des Gleichgewichtes die Gleichung:

$$G x = g \frac{x}{2} + R y \cos \alpha.$$

Durch Substitution der oben ermittelten Werthe für G und g erhält man:

$$R y \cos \alpha = \frac{l p x}{2} + \frac{x^2 (2l - x)}{2l} q - \frac{x^2 (p + q)}{2} =$$
$$= \frac{l^2 p x + x^2 (2l - x) q - l x^2 (p + q)}{2l}.$$

Nach der Entstehungsgleichung für die Curve ist aber

$$y = \frac{2h (k + 2) x (l - x)}{l (l + k x)},$$

und da k für $\frac{q}{p}$ eingeführt worden ist, so ändert sich diese Gleichung, wenn man die ursprüngliche Bezeichnung wieder einführt, in

$$y = \frac{2h (2p + q) x (l - x)}{l (l p + x q)}.$$

Unter Einführung dieses Werthes für y erhält man demnach:

$$R \cos \alpha = \frac{[l^2 p x + x^2 (2l - x) q - l x^2 (p + q)] (l p + x q)}{4 (2p + q) h x (l - x)} = \frac{(l p + x q)^2}{4h (2p + q)}$$

Um hieraus $R \sin \alpha$ zu finden, hat man den für $R \cos \alpha$ gefundenen Werth nur mit $\operatorname{tg} \alpha$ zu multipliciren, welcher ja als $\operatorname{tg} \alpha = \frac{dy}{dx}$ bekannt ist.

Es ist $\frac{dy}{dx} = \operatorname{tg} \alpha = \frac{2 (2p + q) h (l^2 p - 2 l x p - x^2 q)}{l (l p + x q)^2}$,

und somit

$$R \sin \alpha = \frac{l^2 p - 2 l x p - x^2 q}{2l}.$$

Von den am abgeschnittenen Trägerstück wirkenden Verticalkräften ist aber G den drei anderen entgegengesetzt gerichtet; die Bedingungsgleichung lautet daher $R \sin \alpha + g + D \sin \gamma - G = 0$, und substituirt man die gefundenen Werthe, so erhält man:

$$\frac{l^2 p - 2 l x p - x^2 q}{2l} + x(p + q) - \frac{lp}{2} - \frac{x (2l - x)}{2l} q + D \sin \gamma = 0.$$

Die anderen Glieder heben sich, und es bleibt

$$D \sin \gamma = 0,$$

wodurch die behauptete Eigenschaft dieser Curve erwiesen ist. —

Diese Gurtungsform gewinnt nun aber noch eine ganz andere Bedeutung, wenn man die Lage des Scheitels der Curve bestimmt bezw. den Punkt, wo die Tangente eine horizontale Lage annimmt, wo also $\frac{dy}{dx} = 0$ wird.

Aus dieser Bedingungsgleichung

$$\frac{dy}{dx} = \frac{2 (2p + q) h (l^2 p - 2 l x p - x^2 q)}{l (l p + x q)^2} = 0$$

findet man $x = l \left(- \frac{p}{q} + \sqrt{\frac{p^2}{q^2} + \frac{p}{q}} \right)$, welche Gleichung identisch ist mit der bekannten, welche angiebt, wie weit in einem Balken von parallelepipedischem Quer-

schnitt der am meisten in Anspruch genommene Querschnitt unter dem Einfluss einer mobilen Lastschicht von der Mitte aus sich verschieben kann. Man übersieht leicht, dass x um so grösser wird, je grössser p gegen q ist, je grösseren absoluten Werth also der Bruch $\frac{p}{q}$ hat. Je grösser aber x wird, desto näher werden die beiden Scheitelpunkte des Bogens zur Mitte liegen; je kleiner x wird, desto weiter liegen sie auseinander, und es ergiebt sich hieraus sofort, dass bei ein und derselben Maximalbelastung des Trägers, welche durch $p + q$ ausgedrückt ist, die Form desselben doch immer eine andere werden wird je nach dem Verhältniss von $p : q$.

Diese Curve giebt das Grundschema für die Schwedler'sche Trägerform; bevor dies aber näher erörtert wird, mögen noch einige weitere Bemerkungen über die Natur dieser Curve hier Platz finden.

Beschränkt man sich nicht auf die Berechnung der Ordinaten für die Abscissenlänge bis l, sondern nimmt x grösser als l oder auch negativ, so erhält man für y nur negative Werthe, welche bis ins Unendliche anwachsen, während die Curve eine stetige convexe Krümmung zeigt. Denn vom Scheitelpunkt an nimmt die Tangente, welche durch tg α bezeichnet worden ist, für alle positiven Werthe von x einen negativen Werth an, der immer wächst bis er bei $x = \infty$ den Grenzwerth tg $\alpha = -\frac{2h(2+k)}{kl}$ erreicht. Nach der anderen Seite nimmt der Werth von tg α stetig positiv zu bis er bei $x = -\frac{l}{k}$, für welchen Fall $y = -\infty$ wird, seinen anderen Grenzwerth von tg $\alpha = +\infty$ erreicht. Für die Curve existiren mithin zwei Asymptoten, von denen die eine unter dem Neigungswinkel α aus

Fig. 6

tg $\alpha = -\frac{2h(2+k)}{kl}$ gegen die Abscissenaxe gerichtet ist, während die andere senkrecht dazu steht.

Geht man mit x über den Werth $-\frac{l}{k}$ hinaus, so erhält man wieder positive Werthe für y, und es findet sich ein zweiter Zweig der Curve, der übrigens dem ersten congruent erscheint, dieselben Asymptoten hat, und wenn man den Durchschnittspunkt der Asymptoten bestimmt und schliesslich diesen Durchschnittspunkt als Anfangspunkt der Abscissen, und die Asymptoten zu Coordinatenaxen annimmt, so findet man die für die Hyperbel charakteristische Bedingung, dass das Product der beiden Coordinaten eine constante Grösse ist.

Das Bild von der Lage dieser Hyperbeln stellt sich in Fig. 6 dar, und es ist die Entfernung $DA = \frac{l}{k}$ absolut genommen, und wenn A als Anfangspunkt der Abscissen gilt, ist $DA = x = -\frac{l}{k}$ anzusehen. Die Entfernung, in welcher die andere Asymptote die Abscissenaxe schneidet, ist ebenfalls leicht zu bestimmen, und man findet schliesslich $BE = DA = \frac{l}{k}$.

Der mathematische Beweis für alle diese Angaben ist leicht zu führen; hier würde aber die vollständige Durchführung dieser Rechnungen den Umfang und Zweck dieses Aufsatzes weit überschreiten.

Es kann nur befremden, dass nach der hier entwickelten Form noch keine Träger ausgeführt sind, obgleich man doch diese Form sicherlich als eine rationelle bezeichnen kann. Dafür haben aber wol mehrere Umstände zusammengewirkt. Zunächst würde diese Trägerform gewissermassen mit allen hergebrachten Anschauungen im Widerspruch stehen. Man ist gewöhnt, bei allen Constructionen, welche dem Zweck dienen sollen, Lasten auf grössere Längen frei zu tragen, die grösste Entwickelung nach der Höhe in der Mitte zu finden. Im directen Gegensatz mit dieser gewohnheitsmässigen Anschauung zeigt der hyperbolische Träger eine Depression in der Mitte. Nächstdem aber bedingt seine Benutzung, dass der Träger ganz symmetrisch in eine gerade Anzahl Fächer getheilt ist, so dass ein Knotenpunkt gerade mit dem Durchschnittspunkt der beiden Hyperbeln, welcher in der Höhe h über der Mitte der unteren Gurtung liegt, zusammentrifft. In solchem Falle würde dann der hyperbolische Träger absolut keine gekreuzten Diagonalen nöthig haben, sondern nur einfache Diagonalbänder, deren Richtungslinien die durch die Mitte gezogene Lothlinie sämmtlich unterhalb der unteren Gurtung schneiden.

Dabei bietet sich aber für die Bestimmung der Stärke dieser Diagonalbänder bei diesem Träger noch eine interessante Eigenschaft, welche die Berechnung der statischen Verhältnisse wesentlich vereinfacht.

Aus dem analytischen Calcül, welches zur Aufstellung der anfangs gegebenen Bedingungsgleichung für die Gurtungscurve führte, und dem Träger die Eigenschaft giebt, dass das Minimum der Diagonalen-

spannungen $= 0$ ist, entwickelt sich auch das überraschende Resultat, dass die Horizontalcomponenten der **Maximal**spannungen in den Diagonalen in allen Feldern gleich gross sind, vorausgesetzt, dass der Träger in lauter gleich breite Felder getheilt ist und in allen Knotenpunkten gleich belastet wird. Bezeichnet D_m^{max} die Maximalspannung der Diagonalen im $m$ten Felde vom Ende an gezählt, γ_m deren Neigungswinkel, so findet sich

$$D_m^{max} \cos \gamma_m = \frac{Q_, l}{4h} = \text{Const.}$$

worin $Q_,$ die von der mobilen Lastschicht auf jeden Knotenpunkt entfallende Belastung, l und h die bekannten Dimensionen des Trägers bezeichnen. Interessant ist es, dass diese Maximalspannung der Diagonalen gerade doppelt so gross ist, als sie in einem parabolischen Träger von denselben Abmessungen und derselben Anzahl Felder sein würde. Dafür würde dieser aber auch in allen Feldern gekreuzte Diagonalen, also im Ganzen doppelt so viel wie der hyperbolische erhalten müssen.

Bei einer ungeraden Anzahl Felder, wenn selbst alle Felder gleiche Breite haben, würde wenigstens das Mittelfeld oben eine ungebrochene gerade Gurtung und gekreuzte Diagonalen, oder eine eigenthümliche Verspreizung erhalten müssen, wie solche Fig. 7 zeigt.

Fig. 7

Aus dem Bestreben aber, die Einbiegung der Gurtungscurve über dem Mittel des Trägers zu vermeiden, scheint speciell die Schwedler'sche Trägerform hervorgegangen zu sein. Sie stellt sich in ihrer Allgemeinheit dar, wenn man nach Fig. 8 an die Scheitel der beiden Hyperbeln, welche die obere Gurtungscurve bilden, die gemeinschaftliche horizontale Tangente zieht.

Fig. 8

Durch die Anwendung einer geraden horizontalen Gurtung tritt aber wieder die Nothwendigkeit ein, auf die Strecke des Trägers, innerhalb welcher das Maximum der Inanspruchnahme sich bei der Vorwärtsbewegung der mobilen Last verschieben kann, und welche durch die beiden Scheitel begrenzt wird, gekreuzte Diagonalen zur Anwendung zu bringen. Die Eintheilung des Trägers wird es aber nur in den seltensten Fällen möglich machen, ein Trägerfeld gerade bei dem Scheitel der Hyperbel abschneiden zu lassen; es wird dies sogar bei einer unsymmetrischen Eintheilung des Trägers wenigstens für die eine Seite zur Unmöglichkeit werden. Die Praxis muss demnach etwas anders verfahren; das wird sich an einem Beispiele am leichtesten übersehen lassen.

Es soll z. B. ein Träger construirt werden, welcher bei $26^m,5$ lichter Länge und 4^m Höhe sieben Felder erhalten soll, von denen das erste an dem einen Ende $2^m,5$, die übrigen alle je 4^m breit werden sollen. Das Verhältniss des Eigengewichtes zur mobilen Belastung soll wie $1:2$ sein, so dass also $\frac{p}{q} = \frac{1}{2}$ zu setzen ist.

Man bestimmt nun zunächst den Ort, wo die Scheitel der Curve liegen würden, und findet bei $\frac{p}{q} = \frac{1}{2}$ aus der Gleichung $x = l\left(-\frac{p}{q} + \sqrt{\frac{p^2}{q^2} - \frac{p}{q}}\right)$

$$x = 9{,}6999.$$

Denkt man sich nun die Grundlinie des Trägers entsprechend der Vorschrift getheilt, so findet man zunächst, dass die Scheitelpunkte zwischen der zweiten

Fig. 9

und dritten Verticale liegen würden, dass man deshalb mit der mittleren horizontalen Gurtung bis an die zweite Verticale vom Ende gehen muss, während man mitten drei durch parallele Gurtungen begrenzte Felder erhält, welche mit gekreuzten Diagonalen zu versehen wären. Da auf diese Weise die zweite Verticale die vorgeschriebene Höhe von 4^m erhält, so wäre nur an jedem Ende die Höhe der ersten Verticale zu berechnen. In der allgemeinen Gleichung

$$y = \frac{2h(k+2)x(l-x)}{l(l+kx)}$$

ist nun aber h so zu bestimmen, dass die Curve durch den oberen Endpunkt der zweiten Verticale geht, und dies geschieht für das linksseitige Ende des Trägers, indem man $y = 4$ und $x = 2{,}5 + 4 = 6{,}5$ setzt, für das rechtsseitige dagegen, indem man zwar $y = 4$, dagegen $x = 2 \cdot 4 = 8$ setzt und dann h entwickelt. Man findet für das erstere $h = 4{,}026$ und für das letztere $h = 3{,}805$. Unter Benutzung dieser Werthe findet man dann die erste Verticale vom linken Ende, indem man für $x = 2{,}5$, für h den Werth $4{,}026$ setzt, $y = 2{,}306$; und für die erste Verticale vom rechten Ende ergiebt sich, indem man $x = 4$ und $h = 3{,}805$ setzt, $y = 2{,}994$. Dadurch ist nun die Form des Trägers bestimmt, der allerdings noch drei Felder mit gekreuzten Diagonalen in der Mitte erhalten muss. Nach der so bestimmten geometrischen Figur des Trägers lassen sich denn die Inanspruchnahmen aller seiner Theile durch allgemeine Gleichungen berechnen und danach die Dimensionen der Widerstand leistenden Querschnitte u. s. w. bestimmen.

Ist das Verhältniss $\frac{p}{q}$ ein anderes, wie es z. B. bei Strassenbrücken vorkommt, wo die Belastung durch die Steinbahn, durch breite Trottoirs das Eigengewicht so weit steigert, dass p um ein Erhebliches q überwiegt, so ändert sich dadurch die Form des Trägers ganz wesentlich. Setzt man nämlich beispielsweise $\frac{p}{q} = 2{,}5$, so findet man für die Lage der Scheitel

$$x = 12^m{,}138,$$

wenn man das eben benutzte Beispiel beibehält. Die Scheitel beider Hyperbeln würden also innerhalb des mittleren Feldes liegen, und bedarf daher dieses allein gekreuzter Diagonalen. Die übrigen Knotenpunkte der oberen Gurtung liegen in den sich rechts und links anschliessenden Hyperbeln, welche in gleicher Weise wie beim vorigen Beispiel zu bestimmen sind. Die obere Gurtung erscheint dann als ein einziger ungebrochener fortlaufender Bogen.

Fig. 10

$q = 2p$

Fig. 11

$p = 2{,}5\,q$

Die Fig. 10 und 11 zeigen in einfachen Linien, wie die Träger in den beiden hier erörterten Beispielen dem Auge erscheinen würden.

Dass die Schwedler'schen Träger den hier gegebenen Erörterungen genau entsprechen, dafür bieten die von Hrn. Schwedler construirten und von ihm selbst in der „Zeitschr. für Bauwesen" beschriebenen Brücken: die lange Oderbrücke in Breslau und die Brücke der Rechte Oder-Ufer-Bahn über die Oder bei Breslau genau zutreffende Beispiele. Insofern nun die Grundform dieser Träger die Hyperbel ist, wird man zugeben müssen, dass neben den Trägern mit parabolischer und elliptischer oberer Gurtung die hyperbolischen unter den „ähnlich gestalteten" gerade die hervorragendste Rolle spielen.

Thatsache ist es, dass die hyperbolischen bei gleicher Widerstandsfähigkeit alle anderen Formen im Minderverbrauch an Material übertreffen. Der Träger mit elliptisch gekrümmter Gurtung bedarf weniger Material als der parabolische, der Schwedler'sche (mit geradem Mittelstück unter Benutzung gekreuzter Diagonalen) weniger als der elliptische; endlich aber der rein nach der Hyperbel geformte, wo er sich durchführen lässt, noch weniger als der Schwedler'sche Träger.

Seitliche Eisenbahnwagen-Kuppelungen.

(Bericht, erstattet von der infolge Auftrages der XVII. Hauptversammlung durch den Berliner Bezirksverein erwählten Commission.)

(Hierzu Tafel XXIX bis XXXI und Blatt 16 bis 19.)

Durch die Annahme eines auf der XVII. Hauptversammlung von Hrn. Kesseler gestellten Antrages erhielt der Berliner Bezirksverein den Auftrag, eine Commission zu wählen, welche das in den verschiedenen zu den Preisbewerbungen des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen eingelieferten und zum Theil durch die kleine Ausstellung bei Gelegenheit jener Hauptversammlung zur näheren Kenntniss unseres Vereines gekommenen Constructionen von gefahrlosen Kuppelungen für Eisenbahnwagen enthaltene, constructive Material sammeln und übersichtlich zusammenstellen sollte. Da gleichzeitig in der Discussion als wünschenswerth hervorgehoben wurde, Alles zu vermeiden, was diese Arbeit als eine Kritik der von dem Vereine deutscher Eisenbahn-Verwaltungen in dieser Hinsicht getroffenen Entscheidungen erscheinen lassen könnte, so unterliess es die Commission, die ihr zur Verfügung gestellten Constructionen etwas nach ihrer Güte und Brauchbarkeit zu ordnen, oder ihre Vortheile und Mängel besonders hervorzuheben. Entsprach doch eigentlich keine derselben vollständig den Anforderungen, welche die Commission an eine in jeder Hinsicht brauchbare seitliche Kuppelung stellen zu müssen glaubte.

Die bei diesem allgemeinen Urtheil massgebenden Gesichtspunkte sind bereits in dem Bericht auf der XVIII. Hauptversammlung ausführlicher entwickelt, so dass hier darauf verwiesen werden kann. Ob sie die Billigung aller Sachverständigen finden werden, steht dahin; zusammen mit den nachstehenden Beschreibungen, welche ein ungefähres Bild geben sollen von dem, was bis heute in dem Bestreben, das Kuppeln der Eisenbahnfahrzeuge zu einer weniger gefährlichen Arbeit zu machen, geleistet ist*), werden sie jeden Ingenieur in den Stand setzen, zu beurtheilen, was noch zur vollständigen Lösung dieser Frage zu thun übrig bleibt. –

Die von der Commission beschriebenen Anordnungen von Kuppelungen lassen sich in vier Gruppen ordnen mit Rücksicht darauf, wie weit die bisher übliche Schraubenkuppelung beibehalten, entsprechend mehr oder weniger abgeändert oder ganz verlassen ist.

Gruppe I.

Diese Gruppe ist dadurch charakterisirt, dass an den vorhandenen Kuppelungen und Wagen nicht das Geringste geändert oder hinzugefügt wird. Sie zählt nur einen Vertreter.

1) Bing,

technischer Director der Russisch-Baltischen Waggonfabrik in Riga.

Die auf Tafel XXIX in Fig. 8 und 9 dargestellte Kuppelungsvorrichtung besteht aus einem an einer $1^m{,}5$ langen Holzstange befestigten Haken. Dieser Haken ist mehrfach verzweigt und gebogen, so dass man mit demselben alle Functionen des Kuppelns verrichten kann. Das Ein- und Aushängen geschieht, indem man die Kuppelung mit dem Haken erfasst, die Stange auf den Buffer stützt und nun durch Niederziehen des freien Endes der Stange und gleichzeitiges Drehen um den

*) Zeichnungen und Beschreibungen weiterer Seitenkuppelungen finden sich noch Bd. XIX, S. 157 u. 289 und Bd. XX, S. 31 u. 343.

Seitliche Eisenbahnwagen-Kuppelungen.

№ 3. J. H. Cohrs, Hamburg.

(Fig. 1 bis 3.)

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3 Spannvorrichtung. (1/4 nat. Gr.)

№ 2. Puxkandl, Amstetten.

Fig. 4 bis 6.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

№ 11. Volkmar, Strassburg i/E.

Fig. 7 bis 11.

(Fig. 9 bis 11. 1/8 nat. Gr.)

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

Massstab 1/16 nat. Gr.

Königl. Hof-Lith. v. Hermann Veit Burgstr. 6 Berlin. C.

Fig. 1.

No 5.
Korbuly, Klausenburg.
(Fig. 1 bis 5.)

Fig. 2.

No 3.
Cohrs, Hamburg.
(Fig. 6 bis 10.)

Fig. 3.

Fig. 4.

Massstab 1/16 nat. Gr.

Fig. 5.

Fig. 3. bis 5.
u. Fig. 9. u. 10.
1/8 nat. Gr.

Seitliche Eisenbahnwagen-Kuppelungen.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

Königl. Hof-Lith. v. Hermann Veit, Burgstr. 6. Berlin C.

Seitliche Eisenbahnwagen-Kuppelungen.

Fig. 1

Fig. 2

No. 7.
Röder, Darmstadt
(Fig. 1 u. 2.)

Fig. 3

Fig. 4

No. 20.
G. Dietz, Jglau.
(Fig. 3 u. 4.)

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

No. 17.
H. Beissel, Moskau.
(Fig. 5 bis 7.)

Fig. 8.

Fig. 9.

No. 21.
Theegarten,
Mülheim a/Rhein.
(Fig. 8 u. 9.)

Massstab 1/16 nat. Gr.

Königl. Hof. Lith. v. Hermann Veit. Burgstr. 6. Berlin C.

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

No. 16.
W. Frey, Carlsruhe.
(Fig. 1 bis 4.)

No. 22.
Röhlk, Hamburg.
(Fig. 5 bis 6.)

Seitliche Eisenbahnwagen-Kuppelungen.

Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10.

No. 15
Schleifer,
Bromberg.
(Fig. 7 bis 10.)

Massstab: 1/16 nat. Gr.

Königl. Hof-Lith. v. Hermann Veit. Burgstr. 6. Berlin, C.

Stützpunkt den Fangbügel der Kuppelung in oder aus dem Zughaken des entgegengesetzten Wagens hebt. Das Spannen bezw. Lösen erfolgt durch Herumschleudern des an der Schraubenspindel sitzenden Handgriffhebels mittelst des vorderen Hakens. Die Nothketten werden nach wie vor mit der Hand eingehängt, weil das Ein- und Aushängen derselben mit Hilfe des Hakens zu umständlich wäre.

Laut vorliegender Atteste der Riga-Dünaburger und der Warschau-Bromberger Eisenbahn sind auf deren Strecken bei gutem Wetter und am Tage gelungene Versuche gemacht.

Gruppe II.

Bei den Anordnungen dieser zweiten Gruppe hat die alte Schraubenkuppelung einige, aber nur geringe Aenderungen erfahren, und wird die Handhabung der Kuppelung fast ausschliesslich durch eine Stange mit Haken von ausserhalb der Buffer bewirkt. Die Gruppe hat 3 Vertreter.

2) Puxkandl,

Werkführer der k. k. priv. Kronprinz Rudolph-Bahn in Amstetten.

Von Puxkandl lagen zwei Constructionen vor, die eine, in Fig. 4 bis 6, Blatt 16 dargestellte nur in Zeichnung, die zweite auch im Modell. Letztere ist im Princip die gleiche, nur besteht der Mechanismus zur Handhabung der Kuppelung von der Seite nicht aus den dort dargestellten Hebeln, sondern aus einer Stange mit entsprechend geformtem Haken. Die alte Schraubenkuppelung ist dahin umgeändert worden, dass die Handhabe zum Spannen abgenommen und dafür ein Schneckenrad mit Schnecke aufgesetzt ist. Um ein Drehen der Muttern gegen einander zu verhüten, sind beide durch eine Führungsschiene *a* verbunden. Auf das vordere Ende dieser Schiene ist der Haken *b* aufgesetzt, durch welchen die Kuppelung mittelst der Hakenstange aufgenommen und in ähnlicher Weise ein- bezw. ausgekuppelt werden kann, wie dies bei Bing geschieht. Ein Einknicken der Kuppelung nach oben ist dadurch verhütet, dass an die vordere und hintere Schleife entsprechende Knaggen angesetzt sind, welche sich gegen die Muttern setzen; diese selbst haben nach oben abgerundete Kanten, welche das Einknicken nach unten zulassen. Das Spannen bezw. Lösen der Kuppelung erfolgt, indem man den am anderen Ende der Stange befindlichen Steckschlüssel auf ein Vierkant an der Schneckenachse schiebt und so die Schraubenspindel durch Drehen der Stange in Rotation versetzt. Um das Suchen dieses Vierkantes zu erleichtern, ist dasselbe mit einer trichterförmigen Umhüllung bekleidet.

Ein vorliegendes Attest der k. k. priv. Kronprinz Rudolf-Bahn bestätigt die Ausführung und Anwendung der Kuppelungen in ihrem Betriebe.

3) J. H. Cohrs, Hamburg.

Derselbe hat zwei Kuppelungen construirt, von denen die erste nach vorliegenden Documenten bereits an der ersten Preisausschreibung des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen im Jahre 1874 betheiligt war und auch in England vorher schon patentirt worden ist. Diese Kuppelung, auf Blatt 16, Fig. 1 und 2 abgebildet, besteht aus der alten Schraubenkuppelung, deren Schraubenspindel mit einer Ratsche versehen ist und die in der bekannten Weise mit Hilfe einer Stange gespannt und gelöst wird. Das Ein- und Auskuppeln wird in folgender Weise bewirkt. Die Welle *a*, welche oberhalb der Buffer an der Bufferbohle gelagert ist, trägt ausserhalb derselben zwei Angriffhebel, innerhalb die beiden Hebel *b* und *c*, die mittelst der Ansätze *d* und *e* beim Drehen der Welle *a* sicher unter die hinteren Schienen der Kuppelung fassen, wodurch auch das Heben derselben stets sicher vor sich gehen muss. Das Einknicken der Kuppelung nach oben wird durch die bekannten Ansätze an den Muttern verhindert. Eine seitliche Bewegung ist gestattet, da die Welle *a* in der Richtung ihrer Axe verschiebbar ist.

Nachdem bei der ersten Preisconcurrenz 1874 die Ratsche mit Stange für den Kuppler als unbrauchbar zurückgewiesen worden war, hat Cohrs unter Beibehaltung seiner Aufhebevorrichtung für die Kuppelkette, welche in der That als eine vorzügliche Lösung zu betrachten ist, die Ratsche mit Stange verworfen und anstatt ihrer den auf Blatt 17, Fig. 6 bis 10, dargestellten Mechanismus construirt, der eigentlich, da die frühere Schraubenkuppelung vollständig fallen gelassen ist, zur vierten Gruppe zu zählen ist, hier aber im Zusammenhange mit der früheren Anordnung gleich beschrieben werden mag.

Die vervollkommnete Kuppelung besteht aus dem Fangbügel *a*, welcher sich auf einem Bolzen in der in der Zughakenöse eingehängten Schleife dreht und die beiden Gewichte g und g_1 trägt. Da das Gewicht g mit dem Fangbügel nahezu im Gleichgewicht ist, so ist das Gewicht g_1 im Stande, denselben in jeder Stellung der Schleife *b* horizontal zu halten. Hierdurch kann, wenn beim Heben der Kuppelung der Fangbügel gegen den gegenüberstehenden Zughaken stösst, derselbe ausweichen, Fig. 10, und wird sich, wenn der Haken passirt ist, sofort wieder horizontal stellen. Auch hier ist die seitliche Ausweichung dadurch gestattet, dass die Welle *c* der Richtung ihrer Axe nach verschiebbar ist. Das Spannen erfolgt durch Drehen des auf einem Theil der Zugstange sitzenden Triebes *f* mittelst einer Kurbel und Uebersetzung durch conische Räder. Mit dem Triebe *f* wird zugleich die davor liegende Mutter gedreht und dadurch eine Verkürzung der Zugstange herbeigeführt.

Ein vorliegendes Attest des Maschinenmeister Brandt der Berlin-Hamburger Eisenbahn bestätigt die probeweise Anwendung beider Kuppelungen.

4) Ludwig Becker,

Central-Inspector der ausschl. priv. Kaiser Ferdinands-Nordbahn in Wien.

Die Becker'sche Kuppelung, welche bei der wiederholten Preisconcurrenz des Vereines deutscher Eisen-

bahn-Verwaltungen im Jahre 1876 mit dem ersten Preis von 9000 ℳ gekrönt worden ist, besteht ebenfalls wie die Cohrs'sche der ersten Preisconcurrenz vom Jahre 1874 in Anwendung der alten Schraubenkuppelung, auf deren Schraubenspindel die bekannte Ratsche aufgesetzt ist, welche mit einer Stange gelöst und gespannt und gleichfalls mittelst dieser Stange durch den Kuppler aufgehoben und ein- und ausgekuppelt wird.

Die Fig. 8 und 9, Taf. XXX, ergeben das Nähere.

Das von dem Generaldirector der Ferdinand-Nordbahn Hrn. v. Stummer Traufels, der bekanntlich als Präsident und Leiter der Prämiirungs-Commission des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen fungirte, herausgegebene Journal „Stummer's Ingenieur" bringt in Band IV, No. 81 vom 16. Juli 1875 eine detaillirte Zeichnung und Beschreibung der Becker'schen Kuppelung, worin unter Anderem wörtlich gesagt wird, dass unmittelbar nach Ablauf des Einreichungstermins für die erste Preisausschreibung unter dem Wuste unbrauchbarer und zweckwidriger Constructionen eine glänzende Lösung der vorliegenden Aufgabe auftauchte, welche Hrn. Ludwig Becker, Centralinspector der Ferdinands-Nordbahn zu ihrem Erfinder hatte, dem es nach langem Studium und vielfachen Versuchen gelungen sei, eine Modification bezw. Adaptirung der gegenwärtigen Schraubenkuppelung zu ersinnen, welche sämmtliche an die neue Kuppelung zu stellenden Anforderungen erfüllt, und daher auch sicherlich von dem Vereine deutscher Eisenbahn-Verwaltungen gekrönt worden wäre, wenn dieselbe noch rechtzeitig zur Anmeldung hätte gelangen können. Dass ferner die äusserst günstigen Resultate, welche mit dieser Becker'schen Kuppelung allenthalben erzielt worden seien, den grössten Theil der continentalen Bahnverwaltungen bewogen hätten, eine grössere Anzahl derartiger Kuppelungen zu beziehen, und es mehr als wahrscheinlich sei, dass bei der im künftigen Jahre erfolgenden Preisvertheilung des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen der ausgeschriebene Preis für die Erfindung einer mechanischen Kuppelungsvorrichtung dem Hrn. Ludwig Becker zugesprochen werden würde. Zum Schluss ertheilt „Stummer's Ingenieur" in demselben Artikel „dem Erfinder Becker für den technischen Werth seiner Construction und die daran sich knüpfenden humanitären Folgen seiner Erfindung den wärmsten Dank". Der Commission ist es nicht gelungen, irgend eine Bahn ausfindig zu machen, auf welcher die Becker-sche nunmehr prämiirte Kuppelung eingeführt worden ist, auch liegen empfehlende Atteste über ihre Brauchbarkeit von Eisenbahn-Verwaltungen nicht vor. Ueber die Priorität der Ratschenconstruction mit der Stange ein massgebendes Urtheil zu sprechen, ist nicht Sache der Commission, da sich nach vorliegenden Documenten und gedruckten Schriften mehrerer anderer Constructeure (Cohrs in Hamburg, A. Kamper und Leopold Benze in Wien), welche theilweise aus den Jahren 1873 und 1874 stammen, darüber streiten lässt.

Gruppe III.

Hier ist die übliche Schraubenkuppelung mit geringerer oder grösserer Veränderung beibehalten, wird aber durch einen besonders angebrachten neuen Mechanismus von aussen gehandhabt. Zu ihr zählen fünf Constructionen.

5) Korbuly,

Werkstätten-Ingenieur der Ungarischen Ostbahn in Klausenburg.

Bei Korbuly ist die Umgestaltung der alten Schraubenkuppelung die gleiche wie bei Puxkandl, nur sitzt das Schneckenrad nicht in der Mitte, sondern, wie die Fig. 1 bis 5, Blatt 17 zeigen, am vorderen Ende der Schraubenspindel. Der wesentliche Unterschied zwischen beiden Kuppelungen besteht darin, dass hier die Stangen zum Heben und Spannen derselben an dem Wagen bleiben und nicht vom Arbeiter mitgeführt werden müssen. Daher ist jede Kuppelung mit zwei Stangen ausgerüstet, um von jeder Seite des Wagens gehandhabt werden zu können. Diese Stangen greifen direct mittelst einer Oese an der Schneckenachse an, und wird auf diese Weise ein einfaches Universalgelenk gebildet. Ueber diese erste Rundeisenstange schiebt sich ein Rohr, Fig. 5, welches an seinem freien Ende zu einer Kurbel gebogen ist und unter der Bufferhülse in einer drehbaren Oese hängt. Zum Zweck des Kuppelns wird das Rohr ausgezogen (rechte Seite von Fig. 1), und mittelst des gebildeten Hebels, dessen Stützpunkt in der Oese liegt, die Kuppelung gehoben und in den gegenüber stehenden Zughaken gelegt. Jetzt schiebt man das Rohr wieder über die Rundeisenstange, wobei ein Schlitz im Rohr über einen Stift in der Stange greift (Fig. 5), so dass beide in Bezug auf Drehung ein Ganzes bilden, wodurch man im Stande ist, mit Hilfe der Kurbel die Schraubenspindel in Rotation zu setzen und damit die Kuppelung zu spannen.

In einem vorliegenden Attest höherer Betriebsbeamten der Ungarischen Ostbahn wird besonders hervorgehoben, dass das Kuppeln durch ungeübte Arbeiter schnell und sicher ausgeführt werden kann.

6) Richter,

Wagenmeister der Berlin-Stettiner Eisenbahn in Berlin.

Die alte Schraubenkuppelung hat bei Richter, dessen Construction die Fig. 6 und 7 auf Taf. XXIX zeigen, folgende Aenderung aufzuweisen. Der Hebel zum Spannen ist von der Schraubenspindel abgeschnitten, und statt seiner ein conisches Zahnrad aufgesetzt, in welches ein zweites conisches Rad eingreift; beide Räder sitzen in einem Gehäuse a, welches auch die Achse des zweiten Rades aufnimmt. Ausserdem sind beide Muttern durch eine Schiene geführt, welche das Drehen derselben gegen einander verhütet. Diese Schiene trägt an jedem Ende Nasen, welche ihrerseits das Einknicken der Kuppelung nach oben verhindern. Auf jede Bufferhülse ist eine Gabel aufgeschraubt, in welchen das Rohr b liegt, das an jedem Ende eine Kurbel trägt. An dieses Rohr ist die Kuppelung durch eine

Kette c und einen Hebel d, der sich mit seinem hinteren Ende unter die Bufferbohle stützt, aufgehängt. Rückt man den Stift e mittelst einer im Rohr b liegenden und an beiden Enden herausragenden Stange ein, so greift er beim Drehen des Rohres hinter die Kette c, wodurch sich diese beim Weiterdrehen aufwickelt und die Kuppelung hebt, bis die Nase f des festen Gliedes (Fig. 6) sich gegen das Rohr stemmt, und dadurch dieselbe gestreckt wird. Jetzt kann man den vorderen Fangbügel in den entgegengesetzten Zughaken einlegen.

Soll die Kuppelung gespannt werden, so rückt man den Stift e wieder aus, wodurch gleichzeitig zwei in der Hülse g befindliche Stirnräder in Eingriff kommen. Von diesen beiden Rädern schiebt sich das eine auf dem Rohre b, während das andere auf einer Welle feststitzt, welche durch Universalgelenke und eine Stange von veränderlicher Länge mit der Achse des einen der vorhin besprochenen conischen Räder in Verbindung steht. Durch Drehen des Rohres b ist man also im Stande, die Schraubenspindel der Kuppelung in Drehung zu versetzen und so die Kuppelung zu spannen. Die Nothketten können wegfallen, da die Kuppelung des anderen Wagens ungespannt in einen Reservehaken eingehängt werden kann. Dieser Reservehaken ragt unter der Bufferbohle hervor und ist hier durch zwei Schienen an dem verlängerten Zughakenbolzen aufgehängt, während das hintere Ende durch einen Bolzen in der Kappe h hängt. Reisst nun die Kuppelung, so wird sich der Reservehaken vorziehen und dabei heben; hierbei kneift sich eine Nase i am hinteren Ende in die Zugstange hinein und zwar desto mehr, je höher der Haken gehoben oder je mehr er vorgezogen wird. Ausserdem vermehrt ein vor der Kappe h auf der Zugstange aufgesetzter Reiter noch die Reibung, so dass also der Angriff der Nothkuppelung ein elastischer wird.

Das Ein- und Auskuppeln kann noch auf eine etwas andere Weise geschehen, als vorher beschrieben. Man wickelt nämlich die Kette c nur bis zum festen Gliede auf und hebt dann den ganzen Apparat auf der Seite, wo man steht, aus der Gabel aus und schiebt ihn vor, wodurch man den gegenüber stehenden Zughaken mit dem Fangbügel erreichen wird. Die seitliche Verschiebung hat man durch Schieben des Rohres b vollständig in der Hand.

Ein vorliegendes Attest des Betriebs-Inspector Busse der Berlin-Stettiner Eisenbahn constatirt, dass die Richter'sche Kuppelung an einem Wagen der genannteu Bahn ausgeführt und in Betrieb gesetzt war.

7) G. Röder,

Vorsteher der Central-Wagen-Werkstatt der Hessischen Ludwigs-Bahn in Darmstadt.

Bei der auf Blatt 18 in Fig. 1 und 2 dargestellten Röder'schen Kuppelung ist die alte Schraubenkuppelung mitsammt den Nothketten beibehalten und dahin vervollständigt, dass statt des Handgriffhebels zum Spannen eine Traverse a aufgesetzt ist. Diese trägt ihrerseits wieder zwei gebogene Handhaben b, b, welche durch einen Ring verbunden sind und ein Drehkreuz bilden, das auf den Zapfen der Traverse drehbar ist und durch eine einseitige Verstärkung des Ringes stets vertical gehalten wird. Die Nothketten erhalten auch Fangbügel statt der vorderen Haken, und sind diese beiden Bügel mit der vorderen Mutter der Hauptkuppelung durch eine Traverse c verbunden, so dass die drei Bügel in einer Linie liegen. Der Kuppelungsmechanismus ist in folgender Weise gebildet. An der Bufferbohle ist eine durchgehende Welle d gelagert, welche an jedem Ende ausserhalb der Buffer eine Kurbel trägt, auf deren Befestigung wir später zurückkommen. Die Zapfen der hinteren Mutter der Kuppelung sind durch Ketten e, e mit der Welle verbunden, so dass man durch Drehen der Welle die Kuppelung heben kann, da sich hierbei die Ketten aufwickeln. Das Spannen erfolgt durch Drehen der Schraubenspindel mittelst der vier Arme, die über die Buffer hinweg erfasst werden können. Auch die seitliche Verschiebung hat man in der Hand, indem man die eine Nothkette mit der Hand erfasst und das ganze System schiebt. Die vorher besprochene Welle hat an jedem Ende ein Vierkant und vor diesem noch einen runden Zapfen. Auf letzteren wird die Kurbel durch eine Spiralfeder geschoben, so dass sie stets lose herabhängt und zum Zweck des Kuppelns erst auf das Vierkant gedrückt werden muss.

Die Hessische Ludwigs-Bahn hat die Kuppelung einer achttägigen Probe unterworfen und bescheinigt durch ein vorliegendes Attest, dass sich hierbei keine Nachtheile herausgestellt hätten. Röder legt auf Grund seiner langjährigen Praxis Gewicht auf die Beibehaltung der Nothketten und unterstützt seine Ansicht durch Anführung mehrerer Unglücksfälle, die aus Mangel an Nothketten eingetreten sind.

8) Zinauer,

Ober-Ingenieur der k. k. priv. Kaiser Franz Josef-Bahn in Wien.

Bei dieser Kuppelung, welche auf Taf. XXXI, Fig. 3 bis 7 dargestellt ist, wird die bisher im Gebrauch stehende Einrichtung in folgender Weise geändert.

Der Hebel zum Spannen wird abgenommen und statt dessen ein doppeltes Sperrwerk aufgesetzt, welches dadurch gebildet wird, dass auf die Schraubenspindel zwei Sperrräder, Fig. 4 und 5, aufgesetzt sind, zwischen denen sich ein Hebel lose bewegt und die beiden zugehörigen Klinken trägt. Durch Hin- und Herbewegen dieses Hebels mittelst der Signalfahnen-Stange kann, nachdem eine der Klinken in Eingriff gebracht worden ist, die Kuppelung gespannt oder gelöst werden. An den Muttern angebrachte Knaggen verhüten ein Einknicken der Kuppelung nach oben. Der Mechanismus zur Handhabung der Kuppelung von den Seiten des Wagens besteht aus einer Welle w, welche oberhalb der Buffer an der Bufferbohle gelagert ist; diese Welle trägt an jedem Ende einen Angriffhebel k und in der Mitte zwei Hebel h, welche letzteren sich beim Heben der Kuppelung unter die hintere Mutter legen. Hebt man die Kuppelung über ein bestimmtes Mass hinaus,

so stemmen sich die beiden Hebel *h* gegen den Knaggen *a* der hinteren Mutter; hierdurch bleibt die Kuppelung in der gehobenen Stellung stehen. Soll nachher gekuppelt werden, so verlassen durch ein ruckweises Anheben die Hebel wieder den Knaggen, und man kann den Fangbügel einhängen. Sind zwei Wagen schon an einander geschoben und sollen gekuppelt werden, so ist es nöthig mit Hilfe der Stange der Signalfahne den Fangbügel vor dem gegenüberstehenden Zughaken vorbeizuführen. Dies ist aber nicht nöthig, wenn der Fangbügel, wie es auch vom Constructeur vorgeschlagen und auch ausgeführt ist, Fig. 6 und 7, durch eine Spiralfeder stets in der Verlängerung der Spindelaxe gehalten wird. Auch die seitliche Verschiebung wird mit Hilfe der Fahnenstange erreicht.

Die beiden Angriffhebel sind so aufgesetzt, dass sie erst beim Drehen gegen eine auf die Welle aufgesetzte Nase stossen und dann die Welle mitdrehen. Um das Heben der Kuppelung noch zu erleichtern, können Hebel mit Gegengewichten angebracht werden.

Auf der Kaiser Franz Josef-Bahn ist die Kuppelung ausgeführt und in Betrieb gesetzt worden und soll hier günstige Beurtheilung gefunden haben.

9) W. Oesterwitz und A. Schramm,
Maschinen- und Betriebsbeamte der Märkisch-Posener Eisenbahn in Guben.

Hier haben wir es mit einer Kuppelung zu thun, welche unter Beibehaltung der früheren Schraubenkuppelung einen Mechanismus anwendet, der die selbstthätige Einkuppelung beim Zusammenstoss der Wagen ermöglicht und ebensowol das Ein- und Auskuppeln aus freier Hand gestattet.

Eine Welle *a*, welche, wie die Fig. 15 bis 19 auf Taf. XXXI zeigen, oberhalb der Buffer an der Bufferbohle gelagert ist, trägt ausserhalb der Buffer Angriffhebel, innerhalb derselben die beiden Hebel *b* und *c*. Diese letzteren sind an ihrem freien Ende durch einen Steg verbunden, und wird mit ihrer Hilfe die Kuppelung gehoben. Um dieselbe in dieser gehobenen Stellung zu erhalten, ist auf der Welle *a* noch ein dritter Hebel *d* aufgesetzt, der durch die Klinke *e* gehalten wird. Ein Auslösen dieses Sperrwerkes geschieht in folgender Weise. Durch den Zusammenstoss der Buffer werden die Stangen *f*, *f* und mit diesen die Hebel *g* zurückgestossen; hierdurch trifft der Hebel *h* gegen einen Ansatz der Klinke *e* und hebt diese, wodurch die Kuppelung frei wird. Das Spannen erfolgt mit der Hand wie früher; um es jedoch auch von der Seite möglich zu machen, wird auf die Spindel ein doppeltes Sperrwerk aufgesetzt (Fig. 18 und 19), welches wie bei Zinauer gehandhabt wird.

In einem vorliegenden Attest spricht sich die Direction der Märkisch-Posener Eisenbahn befriedigend über die Kuppelung aus. In Bezug auf das Sperrwerk zum Spannen hebt sie besonders hervor, dass diese Vorrichtung nicht von so grosser Wichtigkeit sei, da das Spannen der Kuppelungen erst beim fertig rangirten Zuge erfolge und somit ein Zwischentreten zwischen die Wagen mit keiner Gefahr verbunden sei.

Gruppe IV.

Diese Gruppe ist durch die grösste Zahl von Beispielen vertreten, da zu ihr mit Zuziehung der bereits beschriebenen modificirten Kuppelung von Cohrs in Hamburg 14 Constructionen zu rechnen sind. Bei allen ist die frühere Schraubenkuppelung ganz aufgegeben und durch neue, mehr oder weniger im Princip abweichende Mechanismen ersetzt. Gleichzeitig ist aber Rücksicht darauf genommen, dass sie mit der alten Schraubenkuppelung und den zu ihr gehörigen Zughaken in Eingriff gebracht werden können.

10) Gassebner,
Inspector der Oesterreichischen Nord-West-Bahn in Wien.

Die vorhandenen Theile der früheren Schraubenkuppelung sind nach den Fig. 12 bis 14, Taf. XXXI nur in soweit verändert, als statt des Handhebels eine gezahnte Scheibe auf die Spindel gesetzt ist.

Eine unter der Bufferbohle gelagerte Welle trägt ausserhalb der Buffer Handgriffhebel mit Gegengewichten, innerhalb zwei Hebel *a*, *a*, welche an die vordere Spindelmutter mittelst der Stangen *b*, *b* und der hakenförmigen Knaggen *c*, *c* angreifen. Durch diesen Mechanismus wird die Kuppelung gehoben, wobei der vordere Fangbügel stets durch das Zwischenstück *c* (Fig. 14) horizontal gehalten wird. Die hinteren Schienen und ein Theil des Spindelgewichtes sind durch den Hebel *d* und das Gewicht *e* abbalancirt. Durch Verschiebbarkeit der Welle in ihrer Achsrichtung ist den Unterschieden der Hakenstellungen in Curven Rechnung getragen. Die Spannung erfolgt durch einen Haken, mittelst dessen durch Eingreifen in die Einschnitte der gezahnten Scheibe die Spindel gedreht wird.

11) Volkmar,
Ober-Maschinenmeister der Reichseisenbahnen in Strassburg i E.

Auf Blatt 16, Fig. 7 bis 11, ist die Kuppelung in der Seiten- und Oberansicht dargestellt. Dieselbe ist wie folgt zusammengesetzt. Am Zughaken sind durch einen Bolzen die beiden Schienen so befestigt, dass eine seitliche Bewegung gestattet bleibt. Diese Schienen tragen an ihrem schwingenden Ende den vorderen Fangbügel *a*, welcher durch die Stifte *d*, *d* so gehalten wird, dass die Kuppelung in gestreckter Stellung nach oben gar nicht und in geknickter nicht zu weit einknickt, indem ein auf dem Bolzen befestigter Daumen *f* sich gegen die Stifte legt. Auch der Fangbügel ist auf dem Bolzen fest, und sonach ein Verdrehen des Daumens gegen den Bügel nicht möglich. An der Bufferbohle ist unterhalb der Buffer eine Welle *g* gelagert, welche in der Mitte zu einem Hebel stark gekröpft ist und an jedem Ende einen Angriffhebel trägt. Das Einhängen erfolgt, indem man mittelst der Welle *g* die Schienen *b* der Kuppelung hebt, wobei sich gleichzeitig die Kuppelung streckt, indem der Daumen *f* an der Welle gleitet.

Um dieser Manipulation die nöthige Sicherheit zu geben, verhütet, wie schon gesagt, der Stift d das zu weite Einknicken der Kuppelung, wodurch der Schwerpunkt des Fangbügels stets nach aussen fällt. Hat die Kuppelung sich so weit gestreckt, dass der Daumen f durchgleiten kann, so ist dieselbe auch so viel gehoben, dass der Fangbügel in den entgegengesetzten Zughaken fallen kann. Ist der Wagen noch nicht so nahe geschoben, so streckt sich die Kuppelung ganz und kann frei gehoben und eingelegt werden. Das Auskuppeln erfolgt durch ruckweises Heben der Kuppelung; hierbei stösst eine Nase k der Schienen b (Fig. 9) gegen die Zugstange, wobei sich der Fangbügel überschlägt, und tritt dadurch, wenn man die Kuppelung frei fallen lässt, die erste Stellung (links in Fig. 7) wieder ein. Die seitliche Bewegung ist gestattet, weil die Welle g in der Richtung ihrer Axe verschoben werden kann. Die Anordnung der Spannvorrichtung in der Zugstange ist aus der Zeichnung deutlich zu ersehen.

Ein Attest über die praktische Anwendung liegt nicht vor, jedoch spricht der Constructeur von einer solchen, indem er sagt, dass die Erfahrungen, welche mit vier mit vorliegender Kuppelung ausgerüsteten Wagen der Elsass-Lothringer Reichsbahnen gemacht wurden, die Solidität der Construction bestätigten.

12) Gebr. Dopp,
Maschinenfabrikanten in Berlin.

Die Zusammensetzung dieser in Fig. 1 bis 7, Taf. XXX dargestellten Kuppelung ist folgende. Durch einen Hebel a, welcher durch eine später zu beschreibende Einrichtung mit der Welle b gekuppelt werden kann, wird dieser eine Linksdrehung ertheilt (linke Seite von Fig. 1). Infolge dieser Linksdrehung wird auch mittelst der Koppel c die Scheere d links gedreht und zwar so lange, bis der Drehpunkt e ausserhalb der Linie xy fällt so weit, dass der gebildete Hebelsarm gross genug ist, das Trieb f zu drehen. Dieses Trieb dreht jetzt eine ebenfalls in der Scheere d gelagerte Welle mittelst des Triebes g; auf dieser Welle ist der vordere Fangbügel befestigt und dreht sich mit derselben. Die Anordnung hat, wie auch die Volkmarsche, das für sich, dass man die Wagen ebenso sicher und leicht kuppeln kann, wenn dieselben dicht an einander geschoben sind, da sich der Bügel von oben herab in den Zughaken legt.

Die durch Kreuzgelenke unterbrochene Welle b ist an den Enden fest hinter der Bufferbohle gelagert, in der Mitte in einem an der Zugstange hängenden Lager, wodurch die Bewegungen der letzteren während der Fahrt keine Reaction auf das Hebelsystem ausüben können. Die nöthige seitliche Verschiebung der Kuppelkette wird dieser gleichfalls durch die Welle b ertheilt, indem man diese in ihrer Axenrichtung verschiebt. Diese Verschiebung theilt sich durch die gabelförmige Koppel c dem Ende der Scheere d mit und dreht mit dieser die ganze Kuppelkette um den Aufhängepunkt h.

Die oben erwähnte Kuppelung, durch welche der Hebel a mit der Welle b verbunden wird, ist an dem ausgeführten Modell in zwei Constructionen vorhanden. Bei der zuerst ausgeführten Construction (Fig. 5) ist ein Trieb i auf der Welle befestigt, in welches ein zweites Trieb k eingreift, dessen Achse in ihrer Längsrichtung verschoben werden kann, wodurch die Räder in und ausses Eingriff gebracht werden. Das freiwillige Verschieben der Welle wird durch einen Hebel, der in beiden Stellungen in eingedrehte Nuthen greift, verhindert. Die Welle b trägt an ihrem Ende einen Griff und ist mit diesem in der Axenrichtung beweglich.

Bei der zweiten bedeutend vereinfachten Construction, welche in Fig. 3 und 4 dargestellt ist, hat der Hebel a ein längliches Loch, ist also in seiner Längenrichtung auf der Welle verschiebbar. Die Welle trägt eine mit Einkerbungen versehene Scheibe, in welche eine an dem Hebel angenietete Nase eingreift, sobald man den Hebel gegen die Welle schiebt. Durch diese Einrichtung ist gleichzeitig die Längsverschiebung der Welle gestattet. Die Spannvorrichtung ist in der Zugstange unter dem Wagen untergebracht, wie die Zeichnung deutlich angiebt.

Die Direction der Berlin-Stettiner Eisenbahn nennt in einem vorliegenden Attest das Kuppeln mit der Dopp'schen Kuppelung sicher, leicht und in jeder Curve möglich und spricht sich auch über die Construction befriedigend aus. Auch erwähnt sie, dass die Kuppelung ohne Weiteres mit dem gegenwärtigen System vereinigt werden kann, also ein Uebergangsstadium gestattet. Jedoch scheint es der genannten Direction wünschenswerth, auch die Nothketten von den Seiten des Wagens einhängen zu können, was die Constructeure veranlasste, die im Folgenden beschriebenen Nothketten hinzuzufügen.

An dem einen Wagenende ist die Nothkuppelung rechts, am anderen links von der Hauptkuppelung angebracht, so dass zwei Wagen immer mit zwei Ketten verbunden werden können. Kinematisch ist der Mechanismus der in Fig. 6 und 7 dargestellten Nothkuppelung eine viergliedrige Kette, deren Glieder der Hebel a, die Koppeln d, die Koppeln c und die Hebel b sind. An das vordere Ende der Koppeln d greift der Fangbügel so an, dass er durch ein Gegengewicht stets horizontal gehalten wird. Der Hebel a ist an der Bufferbohle durch eine Scheere befestigt. Nach unten trägt derselbe einen Ansatz, in welchem die Stange g hängt, deren anderes Ende von einem ebensolchen Ansatz des Hakens h getragen wird, und die an jeder Aussenseite des Wagens einen Angriffhebel f trägt. Die Bügel i dienen dazu, während des Uebergangsstadiums die Haken der alten Nothkette aufzunehmen. Sonst geschieht das Einlegen der Nothkette dadurch, dass man das eine Ende der Stange g hebt, bis es gegen die Bufferhülse stösst, wodurch das Glied a der Kette zum festen Gliede wird. Durch Drehen der Welle kann jetzt das Heben und Einlegen des Fangbügels erfolgen. Eine seitliche Verschiebung der Kette ist durch Verschieben der Welle g ihrer Axe nach gestattet.

Diese Verschiebung theilt sich durch die Hebel *b* den Koppeln *c* und *d* sowie dem Fangbügel *e* mit, deren Gelenke die Bewegung zulassen. In den Figuren ist die Kette gespannt gezeichnet, woraus sich ersehen lässt, dass nur die Glieder *a* und *d* der Kette bei einer eintretenden Spannung auf absolute Festigkeit in Anspruch genommen sind. In der gelösten Stellung hängt die ganze Kette gerade herunter und behindert in keiner Weise das Einhängen der alten Nothketten.

13) Kesseler,

Ingenieur und Fabrikdirector in Greifswald.

Diese Kuppelung ist so construirt, dass die Kuppelungen beider Wagen eingelegt werden können, die Nothketten also überflüssig werden. Die Construction ist auf Taf. XXXI in Fig. 8 bis 11 gezeichnet.

Auf der ununterbrochenen Zugstange ist direct hinter der Bufferbohle eine mit äusserem Schraubengewinde versehene Hülse *a* aufgesetzt und kann von jeder Seite des Wagens aus durch Drehen der Kurbel *b* in Rotation gesetzt werden, wodurch eine auf ihr befindliche Mutter und die an letzterer befestigte Traverse *c* vor- bezw. zurückgeschoben wird. An diese Traverse sind mittelst Bolzen die beiden Doppelschienen *d* und *e* befestigt, die mit ihrem anderen Ende aus der Bufferbohle herausragen und hier die Zwischenstücke *f* und *g* tragen; von diesen wird wiederum der abbalancirte Fangbügel mittelst eines Bolzens getragen, wie dies die Zeichnung Fig. 8 und 9 zeigt. Die Zwischenstücke haben an ihrem hinteren Ende einen rechtwinkligen Fortsatz, so dass das Ganze ein Kniehebel wird. An diesen Fortsatz greifen die Ketten *h* und *i* an, die ihrerseits wieder mit der Zugstange durch das Querstück *k*, welches den Druck der Schraubenhülse *a* auf die Zugstange überträgt, in Verbindung stehen. Werden nun die Mutter und mit ihr die Schienen und der Fangbügel vorgeschoben, so werden sich die Ketten spannen, und der Fangbügel gehoben. Beim nachherigen Zurückdrehen der Mutter legt sich der Bügel in den entgegengesetzten Zughaken, und erfolgt durch Weiterdrehen das Spannen der Kuppelung. Durch dieselbe Operation lässt sich, wenn die erste Kuppelung in der punktirt gezeichneten Stellung steht, die zweite Kuppelung als Reservekuppelung einlegen. Eine seitliche Verschiebung wird dadurch gestattet, dass die Traverse *d* auf der Mutter gedreht werden kann, wodurch die eine Schiene *d* vor-, die andere *e* zurückgeschoben wird, was wiederum zur Folge hat, dass der Fangbügel sich seitwärts bewegt. Eine Führung erhalten die Schienen noch durch Bolzen, die an dem Querstück *h* befestigt sind, und welche durch Stangen und Gummibuffer so gehalten werden, dass die Schienen sich in ihrer ersten Richtung vorschieben. Bei Zughaken mit der Nase *h* würde der Bügel *l* beim Auskuppeln gegen dieselben stossen und das Loskuppeln erschweren; um dies zu vermeiden, ist auf den Bügel ein Blech (punktirt gezeichnet) aufgelegt, welches auf der Aussenkante des Zughakens gleitet.

Die königl. Direction der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn bestätigt die Ausführung dieser Kuppelung an zweien ihrer Wagen. Als besondere Vorzüge hebt sie den Umstand hervor, dass die Zugstange nicht unterbrochen ist, sowie die Möglichkeit, beide Kuppelungen einhängen zu können und betrachtet deshalb die Kesseler'sche Lösung der Aufgabe als eine sehr glückliche.

14) Steinhaus,

Fabrikant für Eisenbahnwagen-Beschlagtheile in Cabel, Westfalen.

Diese Construction hat mit der vorigen einige Verwandtschaft. Hier ist, wie die Fig. 10 und 11 auf Taf. XXX zeigen, die Zugstange hinter der Bufferbohle direct mit Gewinde versehen, auf welchem sich eine Mutter durch die Schnecke *c* und das Schneckenrad *d* mittelst der Kurbel *a* drehen lässt. Dies Schneckenrad hat die genügende Länge, um beim Vor- bezw. Zurückbewegen der Mutter in Eingriff mit der Schnecke zu bleiben. Die Mutter trägt eine Zapfenhülse, an welcher die Stangen *e*, *e* angreifen; diese tragen am anderen Ende die Zwischenstücke *l* und diese wieder den Bügel *n*. Die Stangen *l* werden nahe dem Drehpunkt durch Bügel *o* gestützt, welche von einer auf der Zugstange befestigten Welle getragen werden. In der Ruhestellung sind die Zwischenstücke *l* ziemlich senkrecht nach oben gerichtet, und ist die Mutter alsdann so weit als möglich vorgedreht. Zum Zweck des Kuppelns dreht man dieselbe rückwärts, wodurch sich der Bügel *n* senken wird, bis er in den entgegengesetzten Zughaken einfällt. Jetzt kann man die zweite Kuppelung einhängen und durch ein weiteres Zurückdrehen der Mutter spannen, und ist alsdann die zuerst eingehängte die Reservekuppelung. Der Bügel *n* ist so an den Zwischenstücken *l* befestigt, dass ein Einknicken nach oben unmöglich und das Einknicken nach unten nur so weit gestattet ist, als es das Zusammendrängen der Wagen im äussersten Falle erfordert. Eine auch bei Beibehaltung der Schraubenkuppelung sehr wichtige Verbesserung besteht darin, dass der Zughaken von der Zugstange getrennt und nur durch einen Bolzen mit derselben verbunden ist, wodurch er bei einem vorkommenden Bruch leicht ersetzt werden kann, ohne den Wagen dem Betriebe zu entziehen. Die Stangen *h*, welche zur Verstrebung des Wagens dienen, verhüten ein Drehen der Mutter, die zum Schutz des Gewindes noch die Hülse *u* trägt.

Die königl. Direction der Westfälischen Eisenbahn bestätigt in einem vorliegenden Attest die probeweise Inbetriebsetzung von vier Stück Steinhaus'scher Kuppelungen.

15) Schleifer,

Werkführer der königl. Ostbahn in Bromberg.

Diese Kuppelung ist in Fig. 7 bis 10, Blatt 19 gezeichnet. Bei ihr ist das Ein- bezw. Auslegen der Kuppelung mit dem Spannen bezw. Lösen verbunden. Die Spindel *c* nämlich geht durch die mit einem doppelten Haken *a* versehene Zugstange und in ihrer Ver-

längerung durch die Bufferhülsen und Bufferstangen. Auf der einen Seite des Zughakens trägt die Spindel rechtes, auf der anderen Seite linkes Gewinde. Die entsprechenden Muttern sind mit Zapfen versehen und tragen die Arme *e*, welche an ihren freien Enden wieder durch Bolzen verbunden sind. An diesen Bolzen greift durch ein Zwischenstück der durch Gewichte abbalancirte und horizontal gehaltene Fangbügel an, und ist durch Drehen um diesen Bolzen auch die beim Fahren durch Curven nöthige seitliche Bewegung gestattet. Soll gekuppelt werden, so dreht man die Spindel *c* so lange, bis die Muttern sich soweit wie möglich genähert haben, wodurch die Kuppelkette länger wird, dreht in demselben Sinne weiter, infolge dessen die Kuppelung gehoben wird. Der Fangbügel kann dem entgegengesetzten Zughaken ausweichen, da er auf seinem Bolzen leicht drehbar angebracht ist. Hat man den Fangbügel bis über den Zughaken gehoben, so lässt man ihn durch Rückwärtsdrehen in den Haken einfallen, und es kann durch weiteres Drehen in diesem letzteren Sinne das Spannen erfolgen. Die beiden Endlager der Spindel gehen durch die Bufferbohle hindurch und sind hier durch Streben mit der Zugstange verbunden. Bei einem Reissen der Zugstange hinter den Streben rückt die ganze Verbindung weiter vor, bis die Gummibuffer *n* gegen die Bufferbohle stossen. Ist die Kuppelung eingelegt und gespannt, so lässt sich die des zweiten Wagens noch ungespannt in den unteren Zughaken einlegen, Fig. 10, wodurch die Nothketten überflüssig werden.

Die königl. Direction der Ostbahn bescheinigt in einem vorliegenden Attest die Ausführung an zweien ihrer Wagen und bemerkt, dass das Kuppeln leicht und in jeder Stellung der Wagen möglich ist.

16) W. Frey,

Werkführer der grossherzogl. Staatsbahnen in Carlsruhe.

Die Kuppelung besteht aus einem vorderen und hinteren Bügel, welche beide durch ein Zwischenstück so verbunden sind, dass die Kuppelung nicht nach unten einknickt. Wie die Fig. 1 bis 4 auf Blatt 19 ersehen lassen, greifen an den Bolzen des hinteren Bügels zwei Koppeln *c* an, die ihrerseits wieder mit zwei Hebeln *b* in Verbindung stehen, welche auf einer unterhalb der Bufferbohle gelagerten Welle *a* befestigt sind. Die Lagerung dieser Welle ist eine derartige, dass sie um das mittlere Lager drehbar ist, während sie sich an den beiden Enden in horizontalen Coulissen verschiebt. An jedem Ende ist auf die Welle ein Angriffhebel so aufgesetzt, dass er nach einer Seite frei beweglich ist, nach der anderen aber mit Hilfe des Bügels *d* die Welle dreht. Die Steifheit der Kuppelung ist beim Kuppeln im stehenden Zuge nicht störend, weil man die seitliche Ausweichung gross genug nehmen kann, um den Zughaken des entgegengesetzten Wagens nach der Seite passiren zu können. Die Spannvorrichtung liegt in der Zugstange, wie dies die Zeichnung deutlich ergiebt.

Die von der Seite einzuhängenden Nothketten sind dadurch gebildet, dass an jedem der Augen, an welchen die früheren Nothketten befestigt waren, mittelst eines Bolzens die beiden Koppeln *e* aufgehängt sind, die an ihrem schwingenden Ende wieder mittelst eines Bolzens einen Fangbügel *f* und einen Haken *g* tragen. Der Bügel ist so befestigt, dass er nicht nach unten knickt, während der Haken so lose aufgesetzt ist, dass er durch sein eigenes Gewicht stets herabhängt und mit der offenen Seite nach dem eigenen Wagen zeigt. Durch zwei Hebel *h*, die auf einer zweiten Welle *i* befestigt sind, werden beide Ketten gleichzeitig gehoben. Will man zwei Paar Nothketten einhängen, so hebt man zuerst das eine Paar so hoch, dass, wenn man nun das zweite Paar hebt, die Haken des ersten in die Bügel des zweiten hineinhängen. Lässt man nun die erste und dann die zweite Kette fallen, so fallen die Haken in die Bügel, und beide Ketten sind verbunden. Das Auskuppeln geschieht umgekehrt.

Die General-Direction der grossherzogl. Staatsbahnen spricht sich in einem vorliegenden Attest mit einer probeweisen Anwendung zufrieden aus.

17) H. Beissel,

Vorsteher der Wagenwerkstätte der Moskau-Kursker Eisenbahn in Moskau.

Bei dieser Kuppelung ist aus der früheren Schraubenkuppelung die Spindel mit den beiden Muttern entfernt und statt deren ein Zwischenstück eingesetzt, welches Ansätze trägt, die ein Einknicken der Kette nach oben verhüten. Sie ist in Fig. 5 bis 7, Blatt 18 abgebildet. Auf dem Bolzen *a*, der in der hinteren Scheere festsitzt, ist ein Hebel *b* befestigt, an dessen schwingendes Ende zwei Ketten angreifen, mittelst welcher man durch Drehen der Welle *c* die Kuppelung heben kann. Die seitliche Verschiebung kann so gross genommen werden, dass man im stehenden Zuge bei den entgegengesetzten Zughaken vorbeikommt. Erfolgt das Ausheben der Kuppelung ruckweise, so überschlägt sich der Fangbügel und hakt sich auf eine Nase *d* am Hebel *b*, so dass beim Herunterhängen die Kuppelung verkürzt aufgehängt ist. Durch ruckweises Anheben verlässt der Bügel die Nase wieder, und es tritt die gestreckte Stellung wieder ein. Die Spannvorrichtung besteht aus Schnecke und Schneckenrad, welches letzteres als lange Mutter ausgebildet ist, um eine genügende Verkürzung der Zugstange eintreten zu lassen. Letztere Vorrichtung ist in Fig. 7 in grösserem Massstabe gezeichnet.

Ein Attest über die probeweise Ausführung liegt nicht vor, jedoch spricht der Constructeur in seiner Beschreibung von einer solchen an einem Wagen der Rheinischen Eisenbahn, und soll sich hierbei die Kuppelung gut bewährt haben.

18) G. Schöbl,

Stations-Chef der Aussig-Teplitzer Eisenbahn in Mariaschein.

Auch diese Kuppelung, von welcher Fig. 12 bis 14, Taf. XXX verschiedene Ansichten zeigen, ist aus der Schraubenkuppelung dadurch hervorgegangen, dass man

die Spindel mit den beiden Muttern durch ein festes Zwischenstück *c* ersetzte. An dieses Zwischenstück greifen mittelst einer Koppel *h* die Hebel *f* und *g* an, welche auf einer an der Bufferbohle unterhalb der Buffer gelagerten Welle *l* befestigt sind. An jedem Ende trägt die Welle einen Angriffhebel, und ist man danach im Stande, mit Hilfe dieser Hebelcombination die Kuppelkette zu heben. Nehmen wir an, der Fangbügel sei fest an dem Zwischenstück *e* befestigt, so haben wir immerhin eine fünfgliedrige kinematische Kette vor uns, deren willkürliche Bewegung jedoch durch das Gewicht *k* aufgehoben wird. Eine seitliche Verschiebung ist gestattet durch Verschieben der Welle *e* in der Richtung ihrer Axe. Die Spannvorrichtung besteht auch hier wieder aus Schnecke und Schneckenrad.

Die Direction der Aussig-Teplitzer Eisenbahn spricht sich in einem vorliegenden Attest mit den Resultaten einer probeweisen Ausführung zufrieden aus.

19) G. Hambruch,

Ingenieur und Fabrikdirector in Berlin.

Auf Taf. XXXI, Fig. 1 und 2, ist die Kuppelung in der Ober- und Seitenansicht dargestellt und zeigt folgende Anordnung. Durch einen Bolzen sind am Zughaken zwei Schienen *a* und *b* so befestigt, dass nachher die ganze Kuppelung eine seitliche Bewegung gestattet. Die beiden Schienen tragen nahezu in ihrer Mitte eine Welle *c* und eine bis an beide Wagenseiten reichende Welle *d*. Die Welle *c* ist in ihrer Mitte als Augenlager ausgebildet und trägt in diesem die Spindel *s*, auf welcher sich wieder die als Achse ausgebildete Mutter *e* befindet. An diese Achse *e* greifen die Hebel *f* und *g* an, deren unteres Ende sich mittelst eines durchgehenden Bolzens gegen die Schienen *a* und *b* stützt, und die an ihrem oberen Ende mittelst des Zwischenstückes *h* den Fangbügel *i* tragen. Letzterer ist am Einknicken nach oben verhindert. Zur Unterstützung der ganzen Kuppelung dienen noch zwei an jeder der beiden Schienen *a* und *b* befindliche Ansätze, von denen die beiden hinteren sich unter die Bufferbohle stützen. Auf die beiden vorderen legt sich die Achse *e*, und es wird hierdurch die Spindel nahezu horizontal gehalten. Das Gewicht *p* hält die Hebel *f* und *g* stets gegen die Schienen *a* und *b* gedrückt.

Die Handhabung der Kuppelung erfolgt durch den auf der Welle *d* lose aufgesetzten Hebel *l*. Derselbe kann jedoch durch Verschieben der Welle in ihrer Axenrichtung mit Hilfe der mit einem Einschnitt versehenen Hülse *m* mit ihr gekuppelt werden. Das schwingende Ende dieses Hebels greift mittelst einer Oese an den Hebel *k* an, der mit dem Zwischenstück *h* fest verbunden ist. Durch Drehen der Welle *d* kann man also den Fangbügel heben und senken, also auch vorkommenden Falls in den gegenüber stehenden Zughaken einlegen. Das Spannen erfolgt, nachdem die Kuppelung *m* ausgerückt ist, durch Drehung der Welle *d*, welche sich mittelst conischer Räder auf die Spindel überträgt. Die seitliche Bewegung ist dadurch gestattet, dass sich die Welle *d* an jeder Wagenseite in einer horizontalen Coulisse schiebt. Die zweite Kuppelung lässt sich nachher als Reservekuppelung einlegen.

Die Kuppelung hat den Vortheil für sich, dass sie nur mit einem Bolzen an der Zugstange befestigt ist, und durch Lösen desselben vollständig frei wird mit Ausnahme der gleichfalls nur leicht befestigten Coulissen.

20) G. Dietz,

Ober-Ingenieur der Oesterreichischen Nordwest-Bahn in Iglau.

Bei dieser Kuppelung, welche in Fig. 3 und 4, Blatt 18 gezeichnet wurde, ist der Zughakenbolzen *a* im Zughaken fest zu denken, und sind auf demselben die beiden Schienen *b* so gehalten, dass sie nachher eine seitliche Bewegung der Kuppelung gestatten. Am schwingenden Ende tragen die beiden Schienen ein Zwischenstück, welches die mit doppelgängigem Gewinde versehene Spindel *c* aufnimmt. Ausserdem ist in den Schienen noch die Welle *d* gelagert, welche durch ein Paar conischer und ein Paar Stirnräder mit der Spindel in Verbindung steht. Sie ist ausserdem an jedem Ende mittelst Kreuzgelenken mit den Stangen *e* verbunden, welche an den Aussenseiten des Wagens Handgriffhebel tragen. Auf der Spindel *c* befindet sich die Mutter, welche an Zapfen den Fangbügel *f* trägt, der durch eine Koppel mit dem auf der Welle *d* lose aufgesetzten Hebel *g* in Verbindung steht. Ausserdem ist auf der Welle *d* der Hebel *h* befestigt, der mit einem Stift versehen ist und durch diesen mit dem Hebel *g* gekuppelt werden kann, wenn die Welle *d* in ihrer Axenrichtung entsprechend verschoben wird. Auf dem festen Zughakenbolzen ist noch ein Hebel *i* angebracht, welcher die Kuppelung durch die auf die Welle *l* aufgesetzte Klinke *k* in der gehobenen Stellung trägt.

Behufs des Einkuppelns dreht man den äusseren Angriffhebel links nach abwärts, nachdem man die Hebel *h* und *g* mit einander gekuppelt hat, wodurch der Fangbügel nahezu eine horizontale Stellung einnehmen wird. Durch Weiterdrehen in demselben Sinne erfolgt jetzt ein Heben der Kuppelung bis zu einer gewissen Höhe, wo die Klinke *k*, die mit beschränkter Bewegung auf der Welle aufgesetzt ist, von selbst in den Haken *i* fällt. Jetzt wird die Kuppelung durch diesen Haken getragen, und man kann den Bügel *f* in den entgegengesetzten Zughaken einlegen. Nachdem dies geschehen, rückt man die Kuppelung der Hebel *h* und *g* wieder aus, wodurch auch gleichzeitig die Klinke *k* ausgelöst wird, und es kann durch Drehen der Stangen *e* das Spannen erfolgen. Das Kuppeln ist auch im stehenden Zuge gestattet, da die Kuppelung verkürzt gehoben wird.

Die Verwaltung der Oesterreichischen Nordwestbahn spricht sich über die Kuppelung befriedigend aus: sie bezeichnet den Zweck der Kuppelung als vollständig erreicht und das Kuppeln mit derselben als leicht, sicher und vollständig ungefährlich bei Tage wie bei Nacht, in gerader Strecke und in der stärksten Curve.

21) Theegarten,
Mechaniker in Mülheim a/Rh.

Die auf Blatt 18 in Fig. 8 und 9 dargestellte Kuppelung hat folgende Einrichtung. Am Zughaken sind durch einen Bolzen zwei Schienen *a* und *b* befestigt, welche an ihrem schwingenden Ende mittelst eines Bolzens den Fangbügel *c* tragen, so dass ein Einknicken der Kette nach oben verhütet ist. Zu jeder Seite ragt aus der Bufferbohle eine Scheere *d* und *e* hervor, in denen die Hebel *f* und *g* durch Bolzen getragen werden. Beide Hebel vereinigen sich an ihrem freien Ende zu einem Haken, dem Nothhaken der Kuppelung. Unterhalb der Buffer ist an der Bufferbohle eine Welle *i* gelagert, auf welcher ein Hebel *k* lose befestigt ist. Mittelst dieses Hebels wird der Nothhaken und mit ihm die Kuppelkette dadurch gehoben, dass ein auf der Welle befestigter kurzer Hebel *l* beim Drehen der letzteren gegen einen Stift des Hebels *k* stösst und dadurch mit diesem gekuppelt ist. In gehobener Stellung greift der Hebel *k* in einen Einschnitt des Hebels *f* und hält die Kuppelkette gehoben. Bei entgegengesetzter Drehung der Welle stösst der Hebel *l* den Hebel *k* aus dem Einschnitt heraus, und der Fangbügel kann, wenn nöthig, in den entgegengesetzten Zughaken einfallen. Für den Zweck des Spannens endigt kurz vor der Bufferbohle die Zugstange in ein Gehäuse, welches die schon besprochenen Scheeren *d* und *e* trägt. Mit Hilfe einer excentrischen Scheibe wird der Zughaken in diesem Gehäuse vor- bezw. zurückgeschoben, indem die Scheibe seitwärts von der Stange gelagert ist und durch einen Schlitz des Zughakens greift. Die Drehung der excentrischen Scheibe erfolgt durch eine Hebelverbindung, die mit einer auf der Welle *i* befindlichen Mutter in Verbindung steht. Die Welle trägt zu diesem Zweck auf der einen Hälfte dreigängiges Gewinde, und es wird, nachdem durch Verschieben derselben in ihrer Axenrichtung die Verbindung der Hebel *k* und *l* ausgerückt ist, durch ein Drehen der Welle die Kuppelung gespannt.

Will man die zweite Kuppelung als Nothkuppelung einhängen, so muss man zuerst den Nothhaken der ersten wieder anheben, dann ebenfalls die zweite Kuppelung heben und darauf beide sinken lassen.

Die Direction der Köln-Mindener Eisenbahn bestätigt in einem vorliegenden Attest die versuchsweise Anwendung von zwei, in der Wagenfabrik von P. Herbrand & Co. in Ehrenfeld bei Cöln ausgeführten Kuppelungen und giebt an, dass dieselbe allen Anforderungen entspricht.

22) Röhlk,
Münz-Werkmeister in Hamburg.

Die Zusammensetzung dieser auf Blatt 19 in Fig. 5 und 6 dargestellten Kuppelung entspricht in ihren wesentlichen Theilen der bekannten Anordnung; diese Theile selbst sind jedoch so wesentlich geändert, dass die Kuppelung der Gruppe IV zugetheilt werden musste; so sind z. B. die beiden hinteren Schienen mit Scheere und Bolzen an den Muttern befestigt. Auf der Mitte der Spindel ist ein conisches Rad aufgesetzt, und seitwärts von diesem ein Lager für die darunter liegenden Räder angebracht. Das Doppelrad dreht sich lose auf dem senkrechten Bolzen und überträgt nur die Drehung auf die Spindel von der mittelst der Kurbel *y'* gedrehten Welle *f*.

An beiden Seiten des Zughakens *z* sind in gleicher Höhe mit demselben zwei Haken *r* und *s* angebracht, welche hinter der Bufferbohle mittelst einer Traverse mit der Zugstange verbunden sind. Auch an diesen Haken sind in derselben Weise wie beim Haupthaken zwei Schienen angebracht. Auf den verlängerten Zapfen der vorderen Mutter sitzen gleichzeitig zwei Bügel *a* und *b*, welche mit den beiden Schienen durch Flacheisenbänder *m* und *n* verbunden sind. Die Bänder werden von den Lagern der Zahnräder getragen und gestatten ein Spielen der Bügel *a* und *b* in der Längsrichtung. Alle drei Bügel sind unter einander verbunden und stehen durch Hebel mit den hohlen Wellen *g* und *h* in Verbindung, können also mittelst derselben von den Seiten des Wagens durch Hebel *y* dirigirt werden. In ausgekuppelter Stellung werden die Bügel durch das Gewicht *k* stets nach oben gedrückt. Die Gewichte *v* und *w* haben den Zweck, beim Kuppeln einen Theil des Gewichtes der Vorrichtung abzubalanciren und in ausgekuppelter Stellung in der senkrechten Lage fest zu halten. Für den Fall, dass auf Nothketten verzichtet wird, können die besprochenen diesbezüglichen Verbindungen wegfallen, wodurch an dem übrigen Mechanismus Nichts geändert wird. Das Heben der Kuppelung erfolgt durch den Angriffhebel *x*.

Die Direction der Lübeck-Büchener Eisenbahn spricht sich über den Erfolg einer probeweisen Ausführung zufrieden aus. Sie hebt besonders hervor, dass die Vorrichtung, obgleich sie complicirt aussehe, doch so construirt sei, dass die Haupttheile, welche den Zug und Stoss auszuhalten haben, dieselbe Festigkeit besitzen wie die entsprechenden Theile der alten Schraubenkuppelung.

23) Stolberg, Finanzrath und Gebr. Halle, Mechaniker in Weimar.

Das Verkuppeln wird durch vier in einander greifende Haken bewirkt, von denen an jedem Wagenende zwei befestigt sind. Der directe Angriff dieser Haken erfolgt an die alte Zugstange, mit welcher dieselben durch einen Bolzen verbunden sind, so dass sie nicht herunterhängen, wohl aber sich heben können. Die Nothketten sind durch einen fünften und sechsten Haken ersetzt, welche an der Bufferbohle und durch eine Verbindungsstange an einem Querriegel des Wagens befestigt sind. Das Kuppeln erfolgt, nachdem beide Hakensysteme in die mittlere Stellung Fig. 1, Taf. XXIX gebracht sind, selbstthätig durch das Aneinanderschieben der Wagen. Zur Sicherung gegen das selbstthätige Lösen wird nachher die Linse *l* zwischen die Haken *a* und *b* gelegt. Das Entkuppeln erfolgt, nachdem die

Linse l in die Höhe gehoben ist, einfach durch das Zurseiteschieben eines der Hakensysteme. Diese seitliche Bewegung wird durch folgende Anordnung bewirkt. Das Ende der Zugstange geht durch einen Schlitten c, Fig. 5, welcher durch eine Schraube d zur Seite geschoben werden kann und somit die Haken a und b verschiebt. Der Reservehaken hat eine rückwärts angesetzte Nase, gegen welche ein Knaggen des Schlittens c stösst; hierdurch bewegt derselbe sich in der entgegengesetzten Richtung der Haken a und b. Für die Uebergangsperiode von der Schraubenkuppelung zu der Stollberg'schen ist dadurch gesorgt, dass der Zughaken vorläufig an der Zugstange bleibt, und die Haken beim Kuppeln nach der alten Methode nach oben gestellt werden.

Ein Attest über die praktische Anwendung liegt nicht vor, jedoch erwähnen die Constructeure eine solche auf der Thüringer Eisenbahn, ohne sich über den Erfolg auszusprechen.

Ueber den geeignetsten Motor für die Lenkbarkeit des Luftschiffes und für den Bau einer Flugmaschine.

Ein Beitrag zur Aëronautik von **Richard Krüger**, Ingenieur.

I. Allgemeines über die Lenkbarkeit des Luftschiffes und über den Bau einer Flugmaschine.

Man muss sich mit Recht wundern, dass das Luftschiff und auch die Flugmaschine sich während eines ganzen Jahrhunderts wesentlich nicht verbessert hatten, und dass das Interesse bei den gebildeten Leuten ein sehr geringes gewesen war; denn während dieser ganzen langen Zeit tauchten nur schwache Versuche zur Lenkbarkeit des Luftschiffes auf, die auch niemals von irgend einer Seite grosse Berücksichtigung oder gar grosse Unterstützung fanden.

Fragt man sich, woher das geringe Interesse kommt, so lässt sich leicht erwidern: das Luftschiff und die Flugmaschine haben keine industrielle Bedeutung, sie nutzen nichts dem Gemeinwohle der Menschheit, sie haben nur für die Wissenschaft und für das Militär einige Bedeutung.

Aber glücklicherweise ist das Interesse in der Jetztzeit ein anderes geworden. Es hat sich dasselbe für das lenkbare Luftschiff und die Flugmaschine seit dem deutsch-französischen Kriege von 1870 erhöht; man hat nun ganz den politischen Werth richtig erkannt und hat sogar die kühne Behauptung aufgestellt, das Luftschiff würde sich als Transport- und Verkehrsmittel gut bewähren. Diese Behauptung ist aber eine total ungerechtfertigte. Das lenkbare Luftschiff kostet so viel, dass der Transport von irgend welchen Gegenständen ein sehr theurer werden würde. Ferner besitzt das Luftschiff gegenüber den anderen Transportmitteln eine sehr geringe Tragfähigkeit und nach meinen weiter unten angestellten Berechnungen eine sehr geringe Geschwindigkeit, die kaum einem Güterzuge gleichkommt, so dass man niemals dem Luftschiffe eine volkswirthschaftliche Bedeutung beilegen darf.

Jetzt erscheinen auch fast alljährlich in technischen und anderen Zeitschriften Vorschläge für die Lenkbarkeit des Luftschiffes und für den Bau einer Flugmaschine, welche zumeist von Männern ausgehen, die sich auf dem Gebiete der Technik und des Gewerbes eines guten Namens zu erfreuen haben. Und oftmals durchläuft die aufregende Nachricht die Zeitungen, dass nun endlich einmal dieser oder jener das schwierige Problem gelöst habe, was aber meist schon in wenigen Tagen widerrufen oder ganz todtgeschwiegen wurde, weil grössere Versuche das Unzweckmässige der betreffenden Erfindung zur Genüge zeigten.

Nicht eher aber kann von einer Lenkbarkeit des Luftschiffes die Rede sein, als bis man im Stande ist, in einem Winkel von 45° gegen die herrschende Luftströmung zu fahren. Man würde ja erst das Maximum der Lenkbarkeit erreichen, wenn man direct gegen den Wind, also in einem Winkel von 180° mit dem Luftschiffe fahren könnte. Das letztere wird aber wol niemals erreicht werden können, und wenn wir auch die colossalsten Maschinen in Anwendung bringen wollten.

Nehmen wir also an, es sollte nur soweit die Lenkbarkeit des Luftschiffes (natürlich auch die einer Flugmaschine) erreicht werden, dass der Ballon in einem Winkel von 45° gegen den Wind fahren könnte, so wäre natürlich die erste Frage: wie und wodurch könnten wir das erreichen?

Da wurden nun die verschiedensten Wege eingeschlagen; einige glaubten dies durch Segel und Steuer zu vollbringen, andere durch Motoren, durch von Menschenkraft oder besser von Dampfkraft getriebene archimedische (Schiffs-) Schrauben; wieder andere stellten Versuche mit Flügeln an oder construirten sogenannte Räder-Luftfahrzeuge, die eine frappante Aehnlichkeit mit den Raddampfern der See hatten, — aber doch blieb vorherrschend die Anwendung der Dampfkraft und der Schraube.

Aber das Mithinaufschleppen einer Dampfmaschine erfordert einen ganz ungeheuren Ballon, denn diese Maschine, selbst wenn sie aus dem zulässig dünnsten Blech gefertigt wird, repräsentirt doch immerhin ein nicht zu verachtendes Gewicht. Zu diesem Gewichte kommt aber auch noch das Gewicht des Materials zur Erzeugung des Dampfes: des Wassers und der Kohlen, das oftmals dem Gewichte der Maschine, bei langer Arbeitszeit derselben, nicht viel nachstehen wird. Endlich, selbst wenn man nun einen so grossen Ballon, der

eine vollständige Dampfmaschine mit dem zugehörigen Materiale tragen kann, construirt, so tritt die Frage auf: Wird denn diese Maschine auch irgend einen grossen Einfluss auf diesen Riesenballon ausüben können?

Bei einer nur etwas stark entgegengesetzten Luftströmung wird dieser Einfluss nach meiner besten Ueberzeugung kein grosser sein; er wird sogar ein Minimum, falls man etwa einen gewöhnlichen birnförmigen Ballon anwenden wollte.

In England hat man deswegen den Gedanken, ein Luftschiff zu lenken, aufgegeben, und seine ganze Aufmerksamkeit dem Bau einer Flugmaschine zugewandt. Aber auch diese halte ich nicht eher für vollendet, als bis sie im Stande ist, ein lebendes Wesen (also einen Menschen) dauernd heben und in den Lüften nach jeder beliebigen Richtung umherfahren zu können. (Siehe Abschnitt V.)

Es ist demnach nicht zu leugnen, dass die Lenkbarkeit des Luftschiffes abhängt von der Flugmaschine und umgekehrt. Sobald die lenkbare Flugmaschine erfunden sein wird, wird man auch mit einigen oder gar keinen Neuerungen das lenkbare Luftschiff leicht construirt haben und umgekehrt.

Nun hat uns Herr Ludwig Kargl*) in seinem ausgezeichneten Aufsatze: „Zur Mechanik des Fluges" gezeigt, dass es niemals dem Menschen gelingen wird, sich durch seine eigene Muskelkraft in die Lüfte zu erheben oder sich in derselben schwebend zu erhalten; er hat uns auch trefflich bewiesen, dass wenig Hoffnung vorhanden ist, mit den jetzigen Dampfmaschinen Flugapparate zu bauen, woraus wir auch schliessen könnten, dass auch das Luftschiff nicht durch Dampfmaschinen lenkbar gemacht wird, weil wir sagten, das Luftschiff hänge von der Flugmaschine ab.

Ist aber dieser Schluss auch ein richtiger?

Nach meiner Meinung ist er wenigstens nicht ganz unrichtig, denn ich glaube, dass die Dampfmaschinen sich nicht gut für Luftschiffe eignen.

Aber welche Maschine dann? Eine Maschine müssen wir unbedingt haben, denn ohne Maschine geht es einmal nicht! In der Jetztzeit, wo alljährlich so und so viele neue Maschinen construirt werden, müsste es aber doch möglich sein, eine zu finden, die uns für unser Problem dienen könnte.

Ich habe lange geforscht, welche Maschine uns wol die grössten Hoffnungen gewährt, und ich bin stehen geblieben bei den neuerdings zu Ansehen gelangten Gaskraftmaschinen, mit denen Prof. Hänlein**) und auch der preussische Artillerie-Hauptmann Gaede ein Luftschiff lenken wollen. Aber mein Motor ist ein anderer wie ihrer. Prof. Hänlein schlug die Lenoir'sche Gaskraftmaschine vor; ich aber halte für den geeignetsten Motor: „Otto's neuen Motor."

*) „Civilingenieur", Bd. XVI, S. 451.

**) Bd. XVII, S. 277 d. Z. D. Red. (R. Z.)

II. Otto's neuer Motor und seine Vortheile gegenüber der Dampfmaschine.

Ein solcher Motor von 8 Pferdest. zu 75^{mk}, wie ihn Dupuy für seine Erfindung verlangt, wiegt etwa 2000^{k}; er verbraucht $\frac{3}{4}$ Kubikmeter Gas pro Stunde und Pferdestärke bei voller Kraftleistung und kostet 4500 *M.*

Der Durchmesser des Schwungrades ist 1800^{mm}; die Breite ohne Schwungrad 940^{mm}; die Länge von der Mitte der Kurbelachse bis zum Cylinderende 2350^{mm}; die Höhe etwa 550^{mm} ohne Schwungrad. Der Durchmesser der Riemenscheibe beträgt 900^{mm}, die Breite derselben 310^{mm}; die erforderliche Breite des Riemens 150^{mm} und die Tourenzahl der Riemenscheibe pro Minute 160.

Die Construction ist einfach und der Betrieb durchaus zuverlässig und einfach. Ferner aber hat diese Maschine gegenüber der Dampfmaschine noch folgende Vorzüge:

1) Ist sie überall leicht und schnell aufzustellen;

2) erfordert sie nur einen kleinen Raum;

3) erspart man bei ihr Kessel, Speisewasser, Brennmaterialien;

4) ist sie nicht feuergefährlich;

5) kann man sie sofort in Betrieb setzen, so dass also alle langwierigen Vorbereitungen erspart bleiben;

6) kann sie auch sofort wieder ausser Betrieb gesetzt werden.

Bei dem Hin- und Herschwanken der Gondel, das selbst bei einer so grossen Dimension derselben (oder des sogenannten Schiffchens), wie sie Dupuy de Lôme in seinem Project annimmt, unvermeidlich sein wird, würde eine Dampfmaschine, die stets ein solides Fundament erfordert, sehr schwer in Betrieb gesetzt werden können. Anders ist das aber bei unserem Motor. Derselbe erfordert

7) kein so festes Fundament wie die Dampfmaschine.

Wenn das Schwanken der Gondel oder des Schiffes ein mässiges oder geringes ist, so wird die Gaskraftmaschine kaum eine Störung in ihrem Betriebe erhalten können. Ferner ist noch hervorzuheben, dass sich die Güte der Dampfmaschine erheblich vermindert, wenn man ihre Geschwindigkeit steigert. Eine möglichst grosse Geschwindigkeit ist aber bei der Lenkbarkeit des Luftschiffes erwünscht. Da nun eine Gaskraftmaschine desto günstigere Resultate liefert, je grösser ihre Geschwindigkeit ist, so würde hierin ein neuer Vorzug gegenüber der Dampfmaschine zu finden sein. Bekanntlich macht eine gute und solide Dampfmaschine nur 80 bis 100 Umdrehungen pro Minute, während eine gute Gaskraftmaschine deren gewöhnlich 160 bis 180 hervorbringt.

Gegenüber der von Prof. Hänlein vorgeschlagenen Lenoir'schen Gaskraftmaschine bringt sie aber folgende Verbesserungen:

1) Sie verbraucht nur stündlich $\frac{3}{4}$ Cubikmeter Gas pro Pferdestärke statt 2 Cubikmeter der Lenoir'schen;

2) ist zur Kühlung des Cylinders eine geringere Menge kalten Wassers erforderlich, das ohne stetige Erneuerung durch selbstthätige Circulation mittelst Aufstellung eines Kühlgefässes der Maschine zugeführt werden kann;

3) hat sie einen vollständig geräuschlosen Gang.

Die Vorzüge dieses Motors sind demnach so ausserordentlich gross, dass ich nur empfehlen kann, alle ferneren Versuche mit ihm anzustellen.

Es ist die Triebkraft des Luftballons das Gas; die Triebkraft der Maschine ist ebenfalls das Gas, das hier nicht durch einen elektrischen Funken, sondern durch eine Gasflamme entzündet wird (also noch ein Vorzug gegenüber der Lenoir'schen Gaskraftmaschine). Schon wegen dieser Verwandtschaft sollte man Versuche mit Otto's neuem Motor nicht verschmähen.

Nun wiegt aber der Motor etwa 2000^k; das ist ein hohes Gewicht gegenüber der Hänlein'schen Maschine, die nur 320^k wiegen soll. Die letztere liefert demnach pro Pferdestärke nur $11^k,1$ Maschinengewicht, während die unsrige etwa 250^k erfordert.

Aber Prof. Hänlein hat jedenfalls ein zu geringes Gewicht angenommen; es wird ihm wol sehr schwer fallen, eine Maschine von dem ganz ausserordentlich leichtem Gewichte herzustellen. Geeignetenfalls liesse sich aber auch das Gewicht meines vorgeschlagenen Motors erheblich vermindern, so dass also seine Vortheile wol stets ungeschwächt bleiben werden.

A. Das lenkbare Luftschiff.

III. Anwendung des vorgeschlagenen Motors auf die Erfindung des Dupuy de Lôme und einige Vergleichsrechnungen.

Die Versuche, das Luftschiff zu lenken, welche Dupuy de Lôme mit seiner Erfindung anstellte, fielen so gut aus, dass ich sein lenkbares Luftschiff für das beste von allen bisher vorgeschlagenen Luftschiffen halten muss, und dass ich deshalb gut thue, wenn ich den von mir vorgeschlagenen Motor hieran probire.

Auf eine ausführliche Beschreibung der Dupuy-schen Erfindung kann ich mich hier nicht einlassen, sondern ich muss auf die Arbeit des Erfinders selbst („Ann. industrielles“, 1872) oder auf die treffliche und ausführliche Schilderung verweisen, die Prof. Schneider im 21. Bande des „Civilingenieur“ gegeben hat. Auch Bd. XV, S. 553 d. Z. finden sich ausführliche Mittheilungen darüber. Nur dasjenige, was für meine Vergleiche unumgänglich nöthig ist, werde ich hier erwähnen müssen.

Der Versuchsballon hatte folgende Dimensionen:

Totallänge des Ballons von Spitze zu Spitze	$36^m,12$.
Grösster Durchmesser	$14^m,84$.
Volumen des Ballons	3454^{cbm}.
Volumen der Blase	$345^{cbm},4$.
Steigkraft des Ballons	3799^k.
Oberfläche der Blase	170^{qm}.
Oberfläche des Ballons	1225^{qm}.
Hauptquerschnitt des gefüllten Ballons	$172^{qm},96$.
Durchmesser der Schraube	9^m.
Ganghöhe	8^m.
Anzahl der Flügel	2.

Durch $27\frac{1}{2}$ Umdrehungen der Schraube erreichte sein Ballon eine Maximalgeschwindigkeit von $2^m,82$ pro Secunde, oder $10^{km},25$ in der Stunde, wobei eine Arbeit von nahezu 60^{mk} geleistet worden war wegen der beträchtlichen Reibung in den Achsenlagern der Schraube. Dupuy glaubt bei Anwendung einer Dampfmaschine von 8 Pferdestärken, die also 600^{mk} d. h. 10mal mehr als oben Arbeit leistet, durch 275 Umdrehungen der Schraube pro Minute eine Geschwindigkeit von 22^{km} zu erreichen. Er rechnet nämlich so:

Bedeutet n die Zahl der Umdrehungen der Schraube pro Minute, p die Steigung der Schraube und V die Fortschrittsgeschwindigkeit in der Minute, so ist wegen des Luftwiderstandes:

$$1)\quad p \cdot n = 1{,}274\, V.$$

Die Schraube ist hierbei mit 8^m Durchm. angenommen worden und ihre Steigung ebenfalls 8^m. Also haben wir $p = 8$; $n = 275$. Demnach ist:

$$8 \cdot 275 = 1{,}274\, V$$

oder

$$V = 1726^m{,}8 \text{ pro Minute}$$

$$V = \frac{1726{,}8 \cdot 60}{5} = 20722^m \text{ pro Stunde}$$

$$2)\quad V = \text{etwa } 21^{km} \text{ pro Stunde.}$$

Er erhielt dagegen 22^{km} pro Stunde.

Wir mussten die Geschwindigkeit mit 5 dividiren, da wir hier statt einer fünffachen Triebkraft nur eine einfache Triebkraft haben. Die fünffache Triebkraft ist nach Dupuy zur doppelten Fahrgeschwindigkeit unbedingt nöthig.

Rechnen wir nun ebenso mit unserem Motor.

$$p \cdot n = 1{,}274\, V.$$

Es ist $p = 8$; $n = 160$. Demnach ist:

$$8 \cdot 160 = 1{,}274\, V$$

oder

$$V = 1004^m \text{ pro Minute}$$

$$V = \frac{1004 \cdot 60}{5} = 12048^m \text{ pro Stunde}$$

$$3)\quad V = \text{etwa } 12^{km} \text{ pro Stunde.}$$

Das bringt also nur $\frac{6}{11}$ von der Dupuy'schen Geschwindigkeit.

Prof. Hänlein erhielt folgende Geschwindigkeit durch seine Erfindung:

$$v_{max} = 5^m \text{ pro Secunde}$$

$$V_{max} = 18000^m \text{ pro Stunde}$$

d. i.

$$4)\quad V = \text{nahezu } 18^{km} \text{ pro Stunde.}$$

Demnach liefert seine Lenoir'sche Maschine etwa $\frac{9}{11}$ von der Dupuy'schen Geschwindigkeit. Bedenkt

man aber, dass seine Versuche mit einem gefesselten Luftschiffe ausgeführt worden sind, so darf man nach meiner Meinung nur etwa 15^{km} pro Stunde (unter gleichen Verhältnissen) annehmen, was keine viel grössere Geschwindigkeit als die durch unseren Motor ergeben würde.

Eine gute Dampfmaschine macht etwa 100 Umläufe, selten 180 Umdrehungen. Eine Dampfmaschine, die, wie es Dupuy von seiner verlangt, 275 Umdrehungen pro Minute machen soll, wäre eine sogenannte Liliput-Dampfmaschine, die selten gebaut worden ist und in der Neuzeit wol niemals mehr gebaut wird. Da nun Dupuy keine neuen Versuche mit seiner Dampfmaschine angestellt zu haben scheint, — ich habe wenigstens trots eifriger Bemühungen Nichts hierüber erfahren können — so wird er wol das Unzweckmässige seiner Forderung eingesehen haben.

Der Vollständigkeit halber wollen wir aber auch die Geschwindigkeit, die das Dupuy'sche Luftschiff durch eine Dampfmaschine erhält, hier berechnen.

Sei $p = 8$ und $n = 180$, so haben wir die Gleichung:

$$8 \,.\, 180 = 1{,}274\, V$$

oder

$$V = 1130^{m} \text{ pro Minute}$$

$$V = \frac{1130 \,.\, 60}{5} = 13\,560^{m} \text{ pro Stunde}$$

d. i.

$$5)\quad V = \text{etwa } 13^{km}{,}6 \text{ pro Stunde.}$$

Also etwa nur $\frac{2}{3}$ von der Dupuy'schen Geschwindigkeit.

Wollen wir eine mittlere Geschwindigkeit eines durch eine kleine Maschine gelenkten Luftschiffes berechnen, so können wir die Gleichungen 3), 4) und 5) benutzen; es ist:

$$6)\quad v = \frac{12 + 18 + 13{,}6}{3} = 14^{km}{,}5 \text{ pro Stunde.}$$

IV. Ein Vorschlag zur Lenkbarkeit des Luftschiffes.

Obwol die durch Otto's neuen Motor zu erreichende Geschwindigkeit des Luftschiffes keine grosse genannt werden kann, so möchte ich doch noch einmal allen den Glücklichen, die Geld und Zeit und Liebe für die Lösung dieses hochwichtigen Problems haben, warm ans Herz legen, sie möchten bald mit diesem Motor einige Versuche anstellen, und für den Fall, dass dieselben nicht ungünstiger als alle bisherigen Versuche ausfallen, einen Motor von mehr als 8 Pferdest. in Anwendung bringen, der dann auch die Geschwindigkeit des Luftschiffes und die Abweichung von der herrschenden Luftströmung erhöhen kann.

Für den Fall, dass einer von den vielen Freunden und Förderern der Aëronautik meinen Gedanken durchzuführen sich vornehmen sollte, möchte ich hier einige kleine Winke ertheilen.

Man könnte entweder die für den Motor erforderliche Gasmenge aus dem Ballon selbst beziehen. Freilich würde dann die Steigkraft allmälig abnehmen. Aber einige Hände Sand, der von Zeit zu Zeit ausgeworfen wird, würden die Steigkraft wieder ins Gleiche bringen. Der Motor verbraucht nicht viel Gas. Nehmen wir eine fünfstündige Arbeitszeit an, so würde unser 8pferdiger Motor nur 30^{cbm} Gas nöthig haben, und diese kosten etwa 6 ℳ.

Sollte es aber wünschenswerther erscheinen, den Ballon nicht seines Inhaltes theilweise zu berauben, so dürfte eine Seidenblase, in der sich die nöthige Gasmenge befindet, angemessen dicht unter dem Motor angebracht werden; man würde so die neues Gewicht bereitende Zuleitung ersparen. Aber auch hier müsste von Zeit zu Zeit Ballast ausgeworfen werden, um die Steigkraft im Gleichgewicht zu halten, denn dieser kleine Ballon würde anfänglich die Steigkraft um etwas erhöhen.

B. Die Flugmaschine.

V. Bedingungen für den Bau einer Flugmaschine.

An eine gute, vollendete Flugmaschine hat man folgende Anforderungen zu stellen:

1) Die Flugmaschine muss im Stande sein, einen oder mehrere Menschen zu tragen;

2) sich nach jeder beliebigen Richtung gegen den Wind lenken und bei jeder Windart verwenden lassen können;

3) durch Schwingen der Flügel schnell fortbewegen, dauernd schweben und schnell senken lassen können;

4) zu jeder beliebigen Zeit sich leicht in Betrieb und ausser Betrieb setzen lassen;

5) sie muss möglichst einfach construirt,

6) billiger als das lenkbare Luftschiff,

7) möglichst klein und

8) möglichst leicht sein.

Jede Erfindung ist erst dann eine wahre, geniale Erfindung und brauchbar, wenn sie in der Zusammensetzung aller ihrer Theile Einfachheit besitzt. Fast alle — freilich bisher zumeist nur in Modell ausgeführten Flugmaschinen haben den grossen, sehr grossen Mangel, dass sie zu complicirt construirt worden sind.

VI. Unterscheidungen im Bau von Flugmaschinen.

Man unterscheidet zwei Arten von Flugmaschinen:

1) Flugmaschinen, die sich ganz ohne Hilfe von Luftballons durch mechanische Kräfte in die Luft erheben und sich darin fortbewegen (Flugmaschinen im engeren Sinne).

2) Flugmaschinen, die mit Hilfe von Luftballons emporsteigen und dann erst ihre Flügel und Schrauben in Bewegung setzen (combinirte Flugmaschinen).

Die combinirten Flugmaschinen kommen der Erfindung des Dupuy de Lôme so nahe, dass wir hier für sie nicht noch einmal Berechnungen anstellen wollen. Für sie mögen die vorstehenden Rechnungen genügen.

Wir wollen also im Folgenden nur von Flugmaschinen reden, deren Flügel von einer Schraube und

diese wieder von einem geeigneten Motor in Bewegung gesetzt werden, von Flugmaschinen im engeren Sinne, denn diese Constructionsart wird vielfach als die allein richtige angepriesen.

VII. Ueberschlagsrechnungen.

Die Formeln, welche uns zur Berechnung der Dimensionen und der Leistung des bezüglichen Motors und der Bewegung der Flügel nöthig sind, liefert uns am besten wegen ihrer Einfachheit Prof. Kargl. Er findet für die mechanische Arbeit, welche der Motor leisten muss, dass

$$A = 2{,}20\, G \sqrt{\frac{G}{F}(1+k)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (\alpha)$$

ist. Hierin bedeutet G das Gewicht des zu tragenden Gegenstandes, also eines bezw. mehrerer Menschen, in Kilogramm; F ist die Flügelfläche in Quadratmeter und k das Verhältniss der Zeit des Niederschlages zur Zeit des Rückschlages der Flügel.

Die Anzahl der Flügelschläge pro Secunde für das Schweben (bei grossen Schlagwinkeln) ergiebt sich aus der Gleichung:

$$s = \frac{0{,}78}{l} \sqrt{\frac{G}{F(1+k)}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (\beta),$$

worin l die Flügellänge in Meter einzusetzen ist.

Wir wollen nach diesen Formeln nun eine Ueberschlagsrechnung führen und sehen, welche Werthe wir erhalten für das Schweben eines einzigen Menschen, der 75^{k} wiegt.

Zunächst müssen wir uns einigen über die Flügellänge und die Flügelfläche. Ich habe gefunden, dass die Länge der Flügel der Vögel mit deren Körperlänge zumeist genau übereinstimmt, so z. B. ist ein Adler $0^{m},9$ lang und seine Flügel haben gleichfalls eine Länge von $0^{m},9$ u. s. w. Nehmen wir also an, ein Mensch sei $1^{m},7$ lang, so könnten wir also hier $l = 1^{m},7$ für die Flügel unserer Flugmaschine acceptiren. Stellen wir uns die Flügelfläche als ein Rechteck dar, dessen Seiten $a = 1^{m},7$ und $b = 0^{m},5$ lang sind, so erhalten wir als Flügelfläche $0^{qm},9$. Ob diese Masse die richtigen sind, würden ja erst etwaige Versuche ergeben; für unsere Ueberschlagsrechnung können sie jedoch immerhin gelten.

Wir wollen ferner dieselben drei Fälle betrachten, welche Kargl bei Berechnung des Fluges der Vögel ebenfalls auswählte, dass nämlich

$$1)\ k = \frac{t_1}{t_2} = \frac{1}{\infty} = 0 \qquad 2)\ k = \tfrac{1}{3} \qquad 3)\ k = \tfrac{1}{2}$$

ist, so haben wir:

$$1)\quad k = 0 \quad G = 75 \quad F = 0{,}9$$

$$A = 2{,}20\, G \sqrt{\frac{G}{F}(1+0)} = 165 \sqrt{\frac{75}{0{,}9}} = 1505^{mk},$$

also etwa 20 Pferdestärken.

$$2)\quad k = \tfrac{1}{3} \quad G = 75 \quad F = 0{,}9$$

$$A = 2{,}20\, G \sqrt{\frac{G}{F}(1+\tfrac{1}{3})} = 165 \sqrt{111} = 1739^{mk},$$

also etwa 23 Pferdestärken.

$$3)\quad k = \tfrac{1}{2} \quad G = 75 \quad F = 0{,}9$$

$$A = 2{,}20\, G \sqrt{\frac{G}{F}(1+\tfrac{1}{2})} = 165 \sqrt{125} = 1848^{mk},$$

also etwa 25 Pferdestärken.

Da der Motor nach Kargl pro Pferdestärke nur $8^{k},9$ wiegen darf, so würde also der Motor für 1) nur $20 . 8{,}9 = 178^{k}$ wiegen dürfen, der für 2) nur $23 . 8{,}9 = 205^{k}$ und der für 3) nur $25 . 8{,}9 = 223^{k}$.

Aus diesen Rechnungen geht hervor, dass, je grösser man die Flügelfläche anordnet, desto geringer die Anzahl der Pferdestärken wird. Würde man z. B. die Flügelfläche 75^{qm} gross annehmen, so wären für das Schweben nur 2,2 Pferdest. nöthig. Man ersieht auch, dass für beispielsweise 10 Menschen bei $k = 0$ ein Motor von ebenfalls nur 20 Pferdest. angewendet werden müsste, wenn wir die Flügelfläche entsprechend vergrösserten, also statt $0^{qm},9$ hier 9^{qm} nähmen.

Ehe wir weitere Betrachtungen hieran knüpfen, wollen wir auch die Anzahl der Flügelschläge pro Secunde für diese drei Fälle berechnen.

$$4)\quad k = 0 \quad l = 1{,}7 \quad G = 75 \quad F = 0{,}9$$

$$s = \frac{0{,}78}{l} \sqrt{\frac{G}{F(1+0)}} = 0{,}46 \sqrt{\frac{75}{0{,}9}} = 4{,}2 \text{ pro Secunde.}$$

$$5)\quad k = \tfrac{1}{3} \quad l = 1{,}7 \quad G = 75 \quad F = 0{,}9$$

$$s = \frac{0{,}78}{l} \sqrt{\frac{G}{F(1+\tfrac{1}{3})}} = 0{,}46 \sqrt{\frac{75}{1{,}2}} = 3{,}6 \text{ pro Secunde.}$$

$$6)\quad k = \tfrac{1}{2} \quad l = 1{,}7 \quad G = 75 \quad F = 0{,}9$$

$$s = \frac{0{,}78}{1{,}7} \sqrt{\frac{75}{0{,}9(1+\tfrac{1}{2})}} = 0{,}46 \sqrt{\frac{75}{1{,}35}} = 3{,}4 \text{ pro Secunde.}$$

Wir können hiernach folgende Tabelle aufstellen.

	$k = 0$	$k = \frac{1}{3}$	$k = \frac{1}{2}$
Anzahl der Flügelschläge pro Secunde	4,2	3,6	3,4
Anzahl der Pferdestärken	20	23	25
Gewicht des Motors in Kilogramm	178	205	223
Tourenzahl pro Minute	252	216	204
Etwaige Geschwindigkeit in Kilometer pro Stunde	19	16	15

Nehmen wir hiervon die höchsten Werthe, um für alle vorkommenden Fälle gesichert zu sein, so ergiebt sich Folgendes:

Eine Flugmaschine nach unseren Principien, die im Stande sein soll, einen Menschen von 75^{k} Gewicht zu tragen, muss durch einen Motor bewegt werden, der bei 25 Pferdest. nur 223^{k} wiegt und pro Minute etwa 250 Umdrehungen erzeugt. Diese Flugmaschine würde dann eine mittlere Geschwindigkeit von etwa 17^{km} pro Stunde haben.

VIII. Schlussfolgerungen.

Es entspringen aus dem Vorhergehenden einige Fragen an den Techniker, die man zu beantworten wol im Stande sein möchte, nämlich:

1) Lässt sich ein Motor von so geringem Maschinengewicht construiren?

2) Würde ein solcher Motor auch in Wirklichkeit zum Bewegen der Flugmaschine genügen?

3) Welche Vortheile endlich bietet die Flugmaschine gegenüber dem lenkbaren Luftschiffe unter der Voraussetzung, dass wir beide schon construirt hätten?

Die erste Frage lässt sich so beantworten: Mit denjenigen Mitteln und Kräften, welche uns die heutige Technik gewährt, lässt sich ein solcher Motor nicht construiren. Ehe wir an den Bau einer Flugmaschine denken können, der nach unseren Principien ausgeführt würde, müssen wir vorerst unsere Maschinen verbessern oder, zutreffender gesagt, vereinfachen.

Erst wenn wir den geeigneten Motor besitzen, der uns in Otto's neuem Motor auch hier die grössten Vortheile bieten möchte, wird sich auch die zweite Frage nach genügend angestellten Versuchen beantworten lassen.

Die dritte Frage möchte ich so erledigen: Wenn wir zu wählen haben zwischen dem lenkbaren Luftschiffe und der Flugmaschine, so werden wir der letzteren stets da den Vorzug geben, wo nur 1 bis 3 Personen in die Lüfte geführt werden sollen, während wir uns stets dann des lenkbaren Luftschiffes bedienen werden, wenn mehr als 3 Personen (eine ganze Gesellschaft) emporsteigen wollen.

Aus allen diesen Erörterungen lässt sich folgender Schluss ziehen.

Es mögen die Techniker den Gedanken, eine brauchbare Flugmaschine zu bauen, deren Flügel durch eine Schraube und diese durch einen Motor bewegt wird, vorerst wenigstens aufgeben und mögen alle ihre Kräfte dem lenkbaren Luftschiffe zuwenden, weil sich dieses Problem nach meiner unmassgeblichen Meinung bei weitem leichter lösen lässt. Sieht man doch fast alljährlich — ja sah man doch erst kürzlich in Berlin, wie lächerlich sich die Flugmaschinen-Erfinder — zumeist aus Schneidern, Schlossern, Mechanikern oder pensionirten Offizieren bestehend — mit ihren Flugmaschinen machen.

Von der Flugmaschine, sei sie auch noch so geistreich erdacht gewesen, ist noch niemals etwas, wenn auch noch so Geringes geleistet worden, wogegen wir von dem lenkbaren Luftschiffe bereits manche kleine Erfolge zu verzeichnen die Freude hatten.

Vermischtes.

Die Mayer'sche Kesselexplosion.

Von C. Kurtz.

Im Septemberheft v. J. S. 426 ist ein Vortrag des Hrn. L. Vogt veröffentlicht, welchen der letztere im Bergischen Berzirksverein als Erwiderung auf meinen Vortrag im Cölner Bezirksvereine, mitgetheilt in No. 18 der Wochenschrift, über die Kesselexplosion in der Mayer'schen Weberei gehalten hat. Nachstehend werde ich versuchen, die vorgebrachten Einwände nochmals zu widerlegen, um meine ausgesprochene Ansicht, die ich auch jetzt noch für die richtige halte, stärker zu begründen.

Es ist von mir aufgestellt worden, der explodirte Kessel sei wasserleer gewesen, infolge dessen glühend geworden, und die Explosion durch die verminderte Festigkeit des glühenden Bleches eingetreten.

Dagegen wird geltend gemacht:

1) Der Kessel könne glühend gewesen sein, ohne dass Wasserleere vorausgesetzt werden müsse. Kesselstein, welcher abspringt und durch die Strömung fortgeführt sich an einzelnen Stellen ablagert, oder Kesselstein, der zwar in festem Zusammenhang bleibt, aber sich stellenweise vom Blech ablöst, habe bekanntlich mehrfach Veranlassung zum Glühendwerden der Kesselwandung gegeben.

2) Die Meinungen darüber, ob die Bruchflächen in den Nietreihen in der That verbrannt gewesen seien oder nicht, wären getheilt. Das Aussehen der Bruchflächen müsse in der That in anderer Weise erklärt werden.

3) Die bedeutende mechanische Wirkung bei der Explosion weise unbedingt darauf hin, dass Wasser im Kessel vorhanden gewesen sein müsse.

Betreffs des ersten Punktes, der besonderen Natur des Kesselsteins, infolge deren ein Erglühen bei wassergefülltem Kessel habe stattfinden können, ist schon in meinem Vortrag bemerkt, vielleicht aber nicht genügend betont worden, dass das Verhalten des vorhandenen Kesselsteins Annahmen, wie die unter 1) erwähnten ausschliesse. Der Kesselstein aus dem hiesigen Brunnenwasser gehört unter die Kategorie, welche bei fast jeder Dicke mit dem Blech in fester Berührung bleibt und nicht abspringt. Er muss im Gegensatz zu dem Kesselstein, welcher durch Bildung von fettsaurem Kalk und Magnesia entsteht, als ein relativ guter Wärmeleiter bezeichnet werden. Ein kurz vorher vorgekommener Fall in der Zuckerfabrik Elsdorf, bei welchem das Erglühen und die Ausbauchung der Flammrohre einer Reihe von Cornwallkesseln bei normaler Wasserfüllung erfolgt war, und wo die Ursache auf Bildung einer sehr dünnen Schicht fettsaurer Salze zurückgeführt werden musste, veranlassten mich, auf den Kesselstein im explodirten Kessel, soweit er noch vorhanden war, mein besonderes Augenmerk zu richten. Es fand sich aber nur eine dünne Schicht festen Kesselsteins vor, wie er sich unter normalen Verhältnissen regelmässig aus dem hiesigen Brunnenwasser absetzt. In dem hinteren cylindrisch gebliebenen, etwa $\frac{2}{3}$ des ganzen Kessels ausmachenden Theile war der Kesselstein auf dem Boden abgesprungen und zwar nach hinten zu abnehmend soweit als anzunehmen war, dass in dem wasserleeren Kessel die Flamme bis zum Augenblick der Explosion eine stärkere Erhitzung des Bleches und infolge der dadurch veranlassten ungleichen Ausdehnung ein Ablösen des Kesselsteins bewirkt hatte. Eine Verwunderung über diese Erscheinung, deren Erklärung so nahe liegt, ist von mir nirgend ausgesprochen worden. Wenn bei wassergefülltem Kessel ein Losspringen oder Ablösen des Kesselsteins und dadurch ein Glühendwerden stattgefunden hätte, so wäre dieses jedenfalls nur ein partielles gewesen. Die grosse Ausdehnung der glühend gewordenen Theile, welche der Intensität des Feuers entsprechend sich angegriffen zeigten, nämlich am stärksten in der Mitte der Feuerplatte und abnehmend einerseits nach der Kopfplatte, wo sich nur noch die blaue Anlassfarbe bilden konnte, und verlaufend andererseits nach hinten, bis zu dem Punkt, wo die Flamme bereits nicht mehr eine Erhitzung hervorbrachte, welche genügend gewesen wäre, das Losspringen des Kesselsteins zu bewirken, lassen nur übrig anzunehmen, dass der Kessel wasserleer gewesen sei.

Bei der Widerlegung eines Punktes meines Vortrages ist die Frage aufgeworfen:

„Wenn aber im übrigen Kessel nur eine dünne Haut von Kesselstein sass, so frage ich, wo soll der Kesselstein auf die Feuerplatte kommen, die doch vor einigen Wochen erst eingesetzt war, bei welcher der übrige Kessel nicht gereinigt wurde. . . .“

Diese Frage schliesst die Annahme aus, dass der Kesselstein die Ursache des Glühendwerdens, auch nur eines par-

tiellen, gewesen ist, und hätte namentlich die Feuerplatte bei wassergefülltem Kessel nicht glühend werden können.

Ueber die Qualität der Bruchflächen, ob dieselben nämlich verbrannt gewesen sind durch starke Erhitzung des Bleches bei wasserleerem Kessel, oder ob das Aussehen derselben anders zu erklären ist, haben sich, wie es scheint, später verschiedene Ansichten geltend gemacht. Die mit mir kurz nach der Explosion anwesenden Fachgenossen haben in der Meinung nicht differirt, dass ersteres der Fall gewesen sei. Ob das Aussehen der Bruchflächen aber dadurch wesentlich verändert worden ist, dass es einige Stunden später geregnet hat, ist nicht mehr zu bestimmen.

Es wird nun angenommen, „dass infolge des gewaltsamen Eintreibens in die nicht passenden Nietlöcher Risse im Blech entstanden sind, die sich nach und nach vergrössert und dabei unter der Einwirkung der Feuergase gestanden hätten."

Wäre letzteres richtig, so müssten in dem durchgerissenen Querschnitt diejenigen Stellen, welche bis zur Explosion der Dicke oder Länge des Bleches nach ihren Zusammenhang behalten hatten, einen frischen Bruch gezeigt haben, der sich auffallend von den alterirten Theilen abgezeichnet hätte, immer vorausgesetzt, dass Wasser im Kessel vorhanden gewesen wäre. Eine solche Beobachtung wird aber nirgend erwähnt, und habe ich bei meiner sehr sorgfältigen Untersuchung der Bruchflächen ebenfalls nichts Aehnliches bemerkt. Das Ansehen der Bruchflächen war vielmehr durchgehends sehr gleichartig. Es müssten also von aussen nach innen durchgehende Risse vorhanden gewesen sein, und da sich dieselben dann auf eine sehr grosse Länge erstreckten, so wäre der Kessel unbedingt nicht mehr betriebsfähig gewesen, was doch bis zum letzten Augenblick der Fall war.

Ferner ist an dem nach hinten belegenen Ende der Feuerplatte der Längsriss nicht durch die Nietreihe gegangen, sondern hat sich im vollen Blech fortgesetzt. Der Bruch zeigte hier das nämliche Ansehen, ohne dass dafür eine gleiche Annahme statthaft wäre.

Dass die gegenüberstehende Längsnaht, welche mit der zerrissenen in gleicher Höhe lag, weniger gelitten hat, ist doch wol nicht unerklärlich. Eine ganz gleichmässige Festigkeit ist nicht immer im vollen Material, viel weniger bei an einander genieteten, wenn auch symmetrisch belegenen Theilen vorhanden. Als die schwächere Nietreihe zerrissen war, stand die andere ausser Gefahr und zwar um so mehr, je geringer die zum Aufrollen des Bleches nöthige Kraft, je mehr letzteres glühend und dadurch biegsamer war.

Nur bei ganz plötzlich auftretenden Kräften kann eine allseitige Zerreissung, selbst verschieden widerstandsfähiger Theile erfolgen. Da letzteres hier nicht der Fall war, so spricht auch dieser Umstand sehr dafür, dass die Kraft des Dampfes ihre Wirkung allmälig ausübte, wie mit dem Erglühen die Festigkeit des Materials abnahm, und dieses dabei nach und nach stärker sich ausdehnte, bis es zuletzt zerriss.

Es ist nochmals hervorzuheben, dass von umhergeschleuderten Wassermassen, die bei halb gefülltem Kessel im Oberkessel etwa 6000^k betragen hätten, keine Spuren vorhanden waren. Ein Theil dieser Wassermasse, der in dem hinteren cylindrisch gebliebenen Kesselstück war, konnte jedenfalls sich nur als ein mehr zusammenhängender Strom ergiessen.

Es ist zuzugeben, dass die verheerenden Wirkungen einer Kesselexplosion durch eine grössere Wassermenge ganz bedeutend grösser werden können, ausser der Massenwirkung auch namentlich deshalb, weil das Wasser mehr nach allen Seiten geworfen wird als die einzelnen Stücke des Kessels. Im vorliegenden Falle sind die verheerenden Wirkungen aber allein durch die Kesseltheile erfolgt und namentlich bezeichnet durch den Weg, welchen der hintere Kesseltheil nahm, der in seiner Bahn alles, was ihm entgegenstand, niedergerissen hat.

Wenn Root's und Belleville's Kessel in der That nicht explosionsgefährlich sind, so liegt das nicht allein in der geringen Wassermenge. Es springen im Allgemeinen nie alle oder der grösste Theil der Rohre auf einen einzigen Moment, und wenn nur eins oder eine geringe Anzahl von Röhren platzt, so sind die auftretenden Reactionen, verglichen mit denjenigen bei grossen Cylinderkesseln, wo häufig Oeffnungen von mehreren Quadratmetern entstehen, höchst unbedeutend.

Die bei der Explosien des Kessels in der Mayer'schen Fabrik zum Ausdruck gekommene Kraft war, wie richtig bemerkt worden ist, zuvor in der Gestalt von Wärme vorhanden. Es fragt sich nun, ob es nothwendig ist anzunehmen, dass Wasser im Oberkessel der Träger der bei der Explosion in Arbeit umgesetzten Wärme gewesen sei, oder ob das Dampfquantum, welches den Oberkessel erfüllte, eventuell mit dem noch in den Unterkesseln befindlichen Wasser dazu genügte.

Die Rechnung zeigt, dass in der That schon das Dampfquantum, welches den leeren Oberkessel erfüllte, ausreichte, den mechanischen Effect bei der Explosion hervorzubringen.

Das Volumen des Oberkessels berechnet sich auf $13^{cbm},3$. Bei 4 Atm. Ueberdruck, also 5 Atm. Totaldruck, wiegt der Cubikmeter Dampf $2^k,588$. Das Totalgewicht des Dampfes war demnach rund

34 Kilogramm.

Die Temperatur des Dampfes von 5 Atm. ist 152^0. Diese Temperatur erniedrigte sich während der Explosion auf 100^0.

Nun ist aber nach der mechanischen Wärmetheorie die bei dieser Temperaturabnahme durch die Expansion verrichtete äussere Arbeit des obigen Gewichtes an Dampf (Taschenbuch der „Hütte", 1875, S. 213)

$$L = (433{,}12 + 383{,}94\,\alpha)(152 - 100)\,34,$$

worin der Abnahme der Spannung von 5 auf 1 Atm. entsprechend

$$\alpha = 0{,}107$$

zu nehmen ist.

Die Ausrechnung ergiebt das verrichtete Arbeitsmoment zu rund

829 000 Meterkilogramm.

Der hintere abgerissene, etwa 3000^k schwere Theil des Kessels ist etwa 4^m hoch geflogen, wie die Spuren an den eingerissenen Gebäuden deutlich zeigten.

Mit Rücksicht auf die Hindernisse, welche diese Masse auf ihrem Weg überwunden hat, möge die bei freiem Flug erreichte Totalhöhe auf 6^m angenommen werden. Das dazu verwendete Arbeitsmoment ist dann

$$6\,.\,3000 = 18\,000^{mk}.$$

Das Ringstück, an welchem die Feuerplatte sass, hatte ein Gewicht von ungefähr 1200^k. Ganz scharf ist seine Flughöhe bei der Explosion schwer zu bestimmen. Bei der Annahme, dass dieselbe im umgekehrten Verhältniss steht wie die Masse dieses Ringstückes zur Masse des hinteren Kesseltheiles, ergiebt sich eine Flughöhe von

$$\frac{3000}{1200}\cdot 6 = 15^m.$$

Es liegt noch eine andere Bestimmung für die Flughöhe vor, die annähernd denselben Werth finden lässt.

Das abgerissene Ringstück muss infolge der Reaction in der Richtung geflogen sein, welche der entstandenen Oeffnung in der Mitte der Längsnaht entgegengesetzt liegt. Die Linie durch den Mittelpunkt der Oeffnung und den Mittelpunkt des Kessels ist demnach als Tangente an die Parabel anzunehmen, welche die Flugbahn des Ringstückes beschrieben hat. Wird aus dieser Tangente und der Tangente in dem Punkte, wo das Ringstück niedergefallen ist, welche letztere Tangente nahe die gleiche Neigung gegen die Horizontale hat, die Parabel construirt, so ergiebt sich eine Flughöhe von 16 bis 18^m. Die Parabel umschliesst dabei das Haus von etwa 13^m Höhe, über welche das Ringstück geflogen ist.

Es ist demnach wol wenig fehlgegriffen, wenn eine Flughöhe von höchstens 20^m angenommen wird. Das entsprechende Arbeitsmoment ist:

$$20\,.\,1200 = 24\,000^{mk}.$$

In gleicher Weise ist die Flughöhe für die Kopfplatte zu 25^m berehnet und zu 30^m angenommen. Dies liefert ein Arbeitsmoment von

$$200\,.\,30 = 6000^{mk}$$

bei dem Gewichte dieser Kopfplatte von 200 Kilogramm.

Demnach ist die gesammte bei der Explosion aufgewendete Arbeit

$$18000 + 24000 + 6000 = 48000^{mk},$$

also nahe $\frac{1}{12}$ der Arbeit gewesen, welche der Dampf im wasserleeren, dampferfüllten Oberkessel verrichten konnte.

Nicht allein aber die Wärme des Dampfes im Oberkessel, sondern auch diejenige in den Unterkesseln, die vielleicht noch ganz mit Wasser gefüllt waren, ist als mitwirkender Factor anzusehen.

Wenn der Oberkessel wasserleer geworden war, so hatte in dieser Zeit das Wasser in den Unterkesseln ebenfalls die Temperatur von 152° erreicht. Auf alle Fälle war die Temperatur dieses Wassers nicht viel geringer. Während der Explosion erniedrigte sich der auf dem Wasser ruhende Druck auf eine Atmosphäre, und musste damit die Temperatur auf 100° sinken. Die Wärme, welche der Temperaturerniedrigung von 52° entspricht, ist zunächst zur Dampfbildung verbraucht, und da für Wasser von 100° dazu rund 550^c gehören, so musste sich $\frac{550}{52}$ = rund $\frac{1}{11}$ des gesammten Wasserinhaltes in Dampf verwandeln. Bei einem Wassergewicht von 4000^k haben also über 400^k Wasser plötzlich Dampfform angenommen. Diese bedeutende Dampfmenge ist jedenfalls zu einer Wirkung gelangt, die nicht mehr als secundäre bezeichnet werden darf. Sie ist 12mal so gross wie diejenige, für welche oben das Arbeitsvermögen berechnet ist, und da von dieser letzteren zur Explosion nur $\frac{1}{12}$ verwendet worden ist, so ergiebt sich, dass von der gesammelten Wärmemenge im Kessel, welche in Arbeit umgesetzt werden konnte, für die Arbeit bei der Explosion nur

$$\frac{1}{200}$$

verwendet worden ist. Die wenigen Atmosphären Druck konnten also in der That eine recht bedeutende Wirkung hervorbringen. Wenn keine Deplacirung und Zerreissung der Unterkessel stattgefunden hat, so ist dies einestheils dadurch zu erklären, dass der Abzug des Dampfes durch den nahezu verticalen Verbindungsstutzen erfolgte, und deshalb nur ein Verticaldruck auf das unterstützende Mauerwerk stattfand, andererseits auch die Unterkessel eine viel grössere Festigkeit behalten hatten, weil sie mit Wasser gefüllt und also nicht glühend geworden waren.

Die schlechte Arbeit soll nicht entschuldigt werden. Sie hat jedenfalls dazu beigetragen, dass die Explosion eher erfolgt ist als bei guter Vernietung. Ebenso muss anerkannt werden, dass eine grobe Fahrlässigkeit in der Unterlassung der Druckprobe liegt. Für die Hypothese aber, dass durch die mangelhafte Vernietung Risse entstanden wären, die sich nach und nach vergrössert, und durch die bei wassergefülltem Kessel endlich der Bruch herbeigeführt wäre, liegen keine genügenden Anhaltspunkte vor. Wie es sich mit der Ansicht verhält, dass die bedeutende Wirkung der Explosion nur bei wassergefülltem Kessel stattfinden konnte, zeigt die Rechnung. So ist das, was für die Ansicht, dass Wasser im Oberkessel war, geltend gemacht worden ist, nicht ausreichend unterstützt, und halte ich dagegen die von mir aufgezählten Erscheinungen für genügend, die Annahme zu rechtfertigen, dass der Oberkessel im Augenblick der Explosion wasserleer gewesen sei.

Da nach den bisherigen Veröffentlichungen keine Einigung der abweichenden Ansichten zu hoffen ist, halten wir die Erörterung des besprochenen Falles hiermit für abgeschlossen.

(D. Red.)

Technische Literatur.

Mechanik.

Ueber die Genauigkeit der Längenmessungen mit Messlatten, Messband, Messkette und Drehlatte. Von F. Lorber, o. ö. Professor der praktischen Geometrie an der k. k. Bergakademie in Leoben. 60 S. Wien, 1877. A. Hölder. —

Mit Benutzung von nahe an 6000 Messungen hat sich ergeben, dass das von der Methode der kleinsten Quadrate geforderte Gesetz, betreffend Fortpflanzung der mittleren Fehler bei Längenmessungen mit Messlatten, Messkette u. s. w. vollkommen zutreffend ist, und zwar ist der mittlere Fehler einer Messung der Länge von 1 Meter:

bei Messungen mit 2 Stück 4^m-Latten längs gespannter Schnur . . . . m = $0^m,00053$
desgl. ohne Schnur . . . . m = $0^m,00093$
bei Messungen mit der Messkette . . . . m = $0^m,0030$
„ „ „ dem Stahlmessband . . m = $0^m,0022$
„ „ „ der Drehlatte . . . . m = $0^m,0021$

Es verhalten sich demnach die mittleren Fehler nach den fünf verschiedenen Messungsarten nahe wie

1 : 2 : 6 : 4 : 4.

Die regelmässigen Fehler sind
für Messlatten . . . . . = — 0,000085
„ Messkette . . . . . . = + 0,00046
„ Stahlmessband . . . . = — 0,00032
„ Drehlatte . . . . . = — 0,00079

und die mittlere Geschwindigkeit in einer Minute für einen Gehilfen beträgt bei Latten = 7^m, Messkette = 9^m, Messband = 10^m und Drehlatte = 26^m.

Der Verfasser hat eine dem Gegenstand entsprechende vollkommene Bearbeitung geliefert und die oft gestellte Frage über die Genauigkeit der Längenmessungen erschöpfend beantwortet. M.-K.

Die Methode der kleinsten Quadrate abgeleitet aus der Wahrscheinlichkeitslehre, und ihre Anwendung auf naturwissenschaftliche Messungen. Zum Selbstunterricht bearbeitet von W. v. Rüdiger, Dr. phil. 49 S. Berlin, 1876. Reinhold Kühn. —

Der Verfasser der vorliegenden kleinen Monographie hat insofern einen für Techniker recht praktischen Weg eingeschlagen, als er die zugehörigen Sätze der Wahrscheinlichkeitslehre, die dem Ingenieur doch weniger geläufig sind, an passend gewählten Beispielen als richtig nachweist. Die Ableitung der Methode der kleinsten Quadrate aus denselben erfolgt dann nach den als bekannt vorausgesetzten Lehren der Differentialrechnung auf allgemein analytischem Wege. Die Darstellung ist kurz aber verständlich, und die Anwendungen der Methode sind an einigen Beispielen eingehend genug dargethan, um ein Bild davon zu geben, was die Methode überhaupt leisten kann und welche Vortheile sie namentlich bei der Bestimmung von Erfahrungscoefficienten gewährt. R. Z.

Bauwesen.

Tafeln der Steigungsverhältnisse von 0,5 $\frac{0}{00}$ bis 100 $\frac{0}{00}$ für die Entfernungen 1 bis 100 nebst den entsprechenden Neigungswinkeln nach alter und neuer Theilung. Zum Gebrauch bei Strassen- und Eisenbahnbauten gerechnet von Georg Specht, Ingenieur. 74 S. (Preis 2,50 ℳ). Zürich, 1876. Meyer & Zeller. —

Der Inhalt des Werkchens dürfte aus den Angaben des Titels zur Genüge hervorgehen; wir bemerken nur noch, dass die Steigungsverhältnisse zu Anfang nach Zehntel-Promille mit Einschaltung der Viertel fortschreiten, später nach halben und bei Steigungen über 20 Promille nach Ganzen derselben. Bei einschlägigen Rechnungen werden die Tabellen manche Arbeit ersparen können. R. Z.

Verschiedenes.

Kalender für Eisenbahn-Techniker, bearbeitet unter Mitwirkung von Fachgenossen durch E. Heusinger v. Waldegg. Fünfter Jahrgang 1878. Nebst einer Beilage, einer Eisenbahnkarte in 2 Blättern und 43 Holzschnitten. Wiesbaden, C. W. Kreidel. —

Unter Hinweis auf frühere Besprechungen dieses Kalenders, sei hier kurz das Neue des Inhaltes angeführt:

Abschnitt XII C. „Eiserne Brücken“; ist neu bearbeitet von Professor Weyrauch in Stuttgart. Als Belastungslocomotive wählt er eine 5 achsige bayerische Tenderlocomotive, deren abnorme Gestaltung sonst wol nicht zu finden und nur bei Wendeschemel oder nach dem System Engerth möglich ist. Dieselbe ergiebt einzeln, zwischen 8 und 12^m

Spannweite, und zu zweien, die schwereren Enden zusammenstehend für alle Spannweiten über 15^m weit höhere Belastungen als die früher an dieser Stelle befindliche Güterlocomotive und auch noch höhere als dreiachsige symmetrische Tenderlocomotiven von je 42^t Dienstgewicht mit 14^t pro Achse bei 3^m Radstand und 8^m Totallänge, welche letztere jetzt oft bei Brückenberechnungen benutzt werden. Mit mehr als zwei Locomotiven sollte kein Zug fahren. Ob es gerechtfertigt ist, eine solche abnorme Locomotive als Belastungseinheit anzunehmen, bezweifeln wir um so mehr, da ihre Unregelmässigkeit die Berechnungen erschwert. Es wäre überhaupt sehr zu wünschen, dass durch eine allgemeine Bestimmung hier eine Einheit für das deutsche Reich endgiltig festgestellt würde, welche auch bei Construction der Locomotiven zu beachten wäre.

Bei dem Eigengewichte sollten Brücken mit und ohne besondere Fahrbahn in den Angaben gesondert werden. Die Angaben des Kalenders über Eigengewicht in Tonnen pro Meter finden sich unter XXIV „Durchlässe, Brücken und Viaducte“ nochmals etwas abweichend in Centnern aufgeführt. Sonst ist Abschnitt XII auch noch an anderen Stellen und durch Notizen erweitert.

Der genannte Abschnitt XXIV enthält unter A Bestimmungen der Längendimensionen von Bauwerken und Bahndämmen und B Bestimmungen der Entfernungen, in welchen das Kunstprofil die Terrainlinie schneidet, zwei neue, etwas specielle Abhandlungen von C. Wilcke, Abtheilungs-Baumeister in Melsungen. Derselbe Verfasser hat unter XXX „Eiserne Dächer“, in einem, von dem Abschnitt über eiserne Brücken weit entfernten Abschnitte eine eingehende theoretische Behandlung des Winddruckes gegeben, für welche der Raum in einem Kalender wol etwas sparsamer hätte bemessen werden sollen.

Die Normen für Aufstellung von Bahnprojecten in Preussen, sowie der Abschnitt über die Vermittelung des Curvenanschlusses und Gefällewechsels, blieben fort, dagegen wurden Tunnelbau, Bahnoberbau sowie Bahnhöfe und Haltestellen durch neue Preisangaben erweitert. Abschnitt XXXV „Einfluss der Steigungen auf den Brennstoffverbrauch ist neu und sehr am Platze.

Die Beilage enthält viele Verbesserungen und Correcturen der statistischen Angaben und ganz neue Verzeichnisse des Personals der k. k. österreichischen und ungarischen Bahnen, sowie der Bessemer- und Stahlwerke in Deutschland und Oesterreich.

Der Kalender ist bei den Eisenbahntechnikern bereits so bekannt und beliebt geworden, dass es einer Empfehlung desselben nicht mehr bedarf. C. Sch.

Gas-Kalender. Zum Gebrauche für Gasanstalts-Directoren, Gastechniker, sowie Gas- und Wasserinstallateure. Bearbeitet von F. G. Schaar, Ingenieur des Gasapparaten- und Gusswerkes in Mainz. Erster Jahrgang 1878. Mit 1 Eisenbahnkarte und vielen Holzschnitten. Leipzig, Baumgaertner. —

Die Herausgabe des Gaskalenders ist ein ganz zeitgemässes, anerkennenswerthes Unternehmen; obgleich der Gedanke schon mehrfach angeregt, und die Art und Weise besprochen worden, hat sich bis dahin noch Niemand daran gewagt. Es ist daher recht erfreulich, dass endlich dieser Gedanke zur Ausführung gekommen.

Der Kalender schliesst sich in seiner Form und Anordnung dem Stühlen'schen und anderen technischen Kalendern an, und liegt es daher wol nahe, ihn im Vergleich mit diesen zu beurtheilen, besonders da vielleicht die meisten Gastechniker den Stühlen'schen in Gebrauch haben möchten.

In den ersten vier Abtheilungen, Mathematik, Mechanik, Gewichts- und Masstabellen und der Festigkeitslehre hat sich der Verfasser möglichst kurz gefasst und dabei es doch möglich gemacht, noch einige neue öfters vorkommende Zahlenwerthe, Constructionen und Inhaltsberechnungen u. s. w. in dem knappen Raum unterzubringen.

Ganz unberücksichtigt lässt der Verfasser die Lehre von den Maschinentheilen, was zu billigen ist, ebenso die Weglassung der anderen technischen Specialfächer. Nicht einverstanden dagegen sind wir mit der Auslassung der Beschreibung der Dampfkessel- und Dampfmaschinen-Anlagen und der betreffenden gesetzlichen Verordnungen und Regulative. Denn in den meisten Gasanstalten befinden sich derartige Anlagen. Die Anführung wäre auf 8 bis 10 Seiten vollkommen ausreichend untergebracht gewesen.

Ganz richtig beginnt der Verfasser seine Behandlung des Specialfaches mit der Beschreibung des hauptsächlichen Rohproductes und führt uns die Namen, Fundorte u. s. w. der verschiedenen, besonders der deutschen Kohlensorten und deren Eigenschaften vor. Hier wäre vielleicht zu bemerken, dass diese Beschreibung und Eintheilung im Allgemeinen richtig und ausführlich gemacht ist, wenn auch einige recht gute und bekannte Zechen des Ruhrbeckens nicht angeführt sind, z. B. Bonifacius, Rhein-Elbe, Pluto u. A., wogegen Anna und Curl kaum zu den Gaskohlenzechen zu zählen sein dürften. Bei der Beschreibung der Retortenöfen erwähnt der Verfasser auch den guten Effect der Heizung durch Generatoren. Ein abschliessendes Urtheil darüber, im Vergleich mit den directen Feuerungen abzugeben, besonders auch über die Brennmaterialersparniss, dürfte jetzt noch etwas verfrüht sein, da die Erfahrungen noch weit aus einander gehen. Im Weiteren kann man nur sagen, dass die Angaben über Dimensionen und Anordnung der Apparate und Rohrleitungen richtig, ausführlich und meist vollständig sind und für jeden Gastechniker eine angenehme Handhabe bieten, um jederzeit schnell und dem vorliegenden Fall entsprechend sich zu unterrichten oder zu corrigiren.

In der Abtheilung XI, Bautechnik, dürfte passender Platz für Behandlung des Baues von Gasbehälterbassins sein, ein Bauwerk der Gasanstalten, welches jeden Gastechniker zur grössten Sorgfalt mahnt. Auch vermissen wir hier Angaben über Festigkeit von Baumaterialien und fertigem Mauerwerk. Es ist nur von zulässiger Belastung von gutem Ziegelmauerwerk die Rede (wahrscheinlich mit Kalkmörtel ausgeführt), aber nicht von der zulässigen Spannung des Materials und Mauerwerkes mit den verschiedenen Mörtelsorten hergestellt für die Gasbehälterbassins, worauf in der betreffenden Abtheilung bei der Berechnung der Mauerstärken Bezug genommen ist. Auch in Abtheilung IV, Festigkeitslehre, finden wir Nichts darüber.

Die Formulare für Notirungen über die Betriebsresultate dürften verringert werden können, bezw. einzelne nur als Formular anzuführen sein, nicht aber zu Notirungen im Kalender, da der richtige Platz hierfür nur die Geschäftsbücher im Büreau sind. Es möchte dies besonders von Formular No. 2 und 15 gelten.

In dem Specialkalender möchte der Auf- und Untergang von Sonne und Mond für jeden Tag anzugeben sein, da mit dem vorhandenen Material, besonders bei Berücksichtigung des Mondscheines, kein Brennkalender aufzustellen ist. Auch könnte über die massgebenden Principien bei Aufstellung eines Brennkalenders, insbesondere über die Zeit des Anzündens nach Sonnenuntergang und die des Löschens vor Sonnenaufgang in den verschiedenen Jahreszeiten, je nach der Dauer der Dämmerung, und über die event. Berücksichtigung des Mondscheines einiges bemerkt sein. Besser wäre vielleicht noch ein vollständiger Brennkalender nach angegebenen Vorbedingungen aufzunehmen.

Noch weitere Wünsche auszusprechen, scheint uns unnöthig, da wir überzeugt sind, dass dem Verfasser im Laufe des Jahres von allen Seiten dergleichen über Aenderungen und neue Aufnahmen in grosser Anzahl zugehen werden.

In Bezug auf das Wasserfach, welches der Deutsche Verein in sein Programm auch aufgenommen hat, so ist nur mehr oder weniger der theoretische Theil berücksichtigt, und dürfte es für die Zukunft eine neue Aufgabe für den Verfasser sein, das Nothwendigste auch aus der Praxis dieses Faches aufzunehmen ohne den Umfang des Buches unbequem wachsen zu lassen.

Zum Schluss kann nur wiederholt werden, dass der Anfang ein recht guter ist und dass der „Gaskalender“ verspricht ein Buch zu werden, welches jeder Gasfachmann stets bei sich tragen wird. Um über die Ausstattung noch etwas zu sagen, so ist diese recht lobenswerth; Papier und Druck vorzüglich, besonders letzterer nicht zu klein. Die Annoncen dagegen möchten wol wegbleiben und nur in einer besonderen Beilage mitzugeben sein.

A. W. Schade's Buchdruckerei (L. Schade) in Berlin, Stallschreiberstr. 47.

ATLAS

zur

Zeitschrift

des

Vereines deutscher Ingenieure.

Band XXI.

(Einundzwanzigster Jahrgang.)

1877.

Enthaltend 31 lithographirte Tafeln und 19 Blatt Zeichnungen im Text.

Berlin.
Selbstverlag des Vereines.
Commissions-Verlag von Rudolph Gaertner.
Mohren-Strasse 13/14.

INHALT.

Im Text.

Fig 1 Längenschnitt

Fig 2 Grundriss u Schnitt nach C D (Fig 1)

100 50 0 1 2 3 4

Gerlach:

Solvay's Destillir-Apparat zur Concentration von Gaswasser aus Gasanstalten.

Fig 1 Querschnitt

Deckschieber
(Fig 3 bis 6)
(1/5 nat. Gr.)

Fig 3 Laengenansicht

Fig 4 Seitenansicht

Fig 7 Seitenans...

Fig 6 Grundriss d Stellschraube i

Fig 5 Grundriss

Fig 10 Offene Scheibe

Fig. 2 Längenschnitt

Fig. 8 Längenansicht

Fig. 9 Grundriss

Fig. 11 Seitenansicht

Fig. 12 Vorderansicht

Fig. 13 Grundriss

Verbindung des Schiebers
mit dem Dampfcylinder.

Fig. 1. Seitenansicht.

Fig. 2. Grundriss.

Fig. 3.

Anordnu

Dreize

erschnitt.

Fig. 5.
Soutache-Gang.

Fig. 8.
Koralllitzen-Gang.

Fig. 6.
Quadratkordel-Gang.

Fig. 9.
Kordelgang.

Fig. 7.
Präsident-Gang.

Fig. 4.
der Flügel u. Klöppel.

Fig. 10. Litzengang.

H. Blecher:

Die Barmer Riemendreherei.

Litzengang.
[Fig. 1 bis 4.]
[1/4 nat. Gr.]

Lith. Anst. v. W. Loeillot in Berlin.

H. Odenbach:

Das Abteufen der Müllerschächte bei Liebau in Schlesien.

Abteufpumpe: System Rittinger.

[Maſsstab 1/40 nat. Gr.]

Fig. 1.

Fig. 2.

Lith. Anst. v. W. Loeillot in Berlin.

Fig. 1.

Fig. 2.

H. Odenbach:

Das Abteufen der Müllerschächte bei Liebau in Schlesien.

Abteufpumpe, System Rittinger.

[Maſsstab 1/40 nat. Gr.]

[Fig 1 u. 2.]

Fig. 3.
Querschnitt der Müllerschächte.
[Maßstab 1/100 nat. Gr.]

Der Cosinus Regulator.

Patent H. Gruson.

Fig 1. Schnitt nach A B (Fig 4)

Fig 7. Oberansicht

Fig. 8 Schnitt A B (Fig 4) mit grofser Kugel.

Fig. 2 Schnitt nach C D (Fig 4)

Fig 9.

Luftv[...]

C. Schaltenbrand: Ueber Pulsometer.

Hall[...] Pulsom[...]

til.

scher

ter Nº IV.

bis 8.)

naf. Gr.)

eit. Burg Str. 6 Berlin.

Automatischer Condensationswasser Ableiter von Kusenberg.

Fig. 1. Längenschnitt A.B. (Fig. 6.)

a b m h j i D C d e s o k

Fig 6 Oberansicht

A s d o

H. Dornbusch: Düsenvorrichtung für Hohöfen

Fig. 7 Endansicht

c c_1 d d_1

Fig 8 Seitenansicht.

c d

Fig 9 Längenschnitt.

Fig 2
Stirnansicht

Fig.
Schnitt C.D.
(Fig. 1)

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 10. Oberansicht.

Fig. 11. Seitenansicht.

Laufkrahnkatze
mit
Differentialmechanismus
von
Zobel, Neubert & Co.

Kgl. Hof. Lith. Hermann Ver. ... Berlin

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 7. Fig. 8.

Fig. 3.

Fig. 6.

Fig. 9.

Fig. 4 bis 6 [65 Ctr.]

Fig. 7 bis 9 [65 Ctr.]

Fig. 17.

Fig. 20.

Fig. 18.

Fig. 21.

Fig. 10. Fig. 11. Fig. 13. Fig. 14.

Fig. 10 bis 12 [80 Ctr.]

Fig. 12.

Fig. 13 bis 15 [100 Ctr.]

Fig. 25 Fig. 26

Fig. 24.

Fig. 22 bis 24.

Dampfhammer-Fallblöcke.

E. Ruchholz:

Ueber Constructionsverhältnisse von Fallblöcken der Dampfhämmer.

Lith. Anst. v. W. Loeillot in Berlin.

Fig. 1.

Fig. 11.
Seitliche Führungen des Bärs.
1/2 nat. Gr.

Fig. 9.

Fig. 3.

Fig. 4

Fig. 6.

[Fig. 4 bis 10 in 1/10 nat. Gr.]

E. Ruchholz:

Ueber Constructionsverhältnisse von Fallblöcken der Dampfhämmer.

Fig. 5.

Fig. 7.

Fig. 10.

Fig. 2.

Fig. 8.

Lith. Anst. v. W. Loeillot in Berlin.

Fig. 1. Längenansicht

Fig. 3.
Schnitt nach AB.
[Fig. 2.]

Fig. 4.
Schnitt nach CD
[Fig. 2.]

Fig. 2. Grundriss.

A B C D

Fig. 5. Vorderansicht.

J. Schlink:

Veränderliche Expansion für Fördermaschinen mit Ventilsteuerung.

[1/20 nat. Gr.]

Lith. Anst. v. W. Loeillot in Berlin.

E. F. Dürre: Das Probirlaborat

Laboratorium

m des Polytechnicums in Aachen.

Kleiner Windofen

Mafs

10 5 0 1

Königl. Hof-Lith.

Dampf-Zuleitung.

Druck-Rohr

Saugrohr

Einspritzrohr

L. Wolf:

Unterirdische
Wasserhaltungsmaschine
(System: Riehn, Meinicke & Wolf)
für
den Georg-Schacht der
Cons. Gustav Grube
bei Gottesberg.

…ab 1:45.

3 4 5 Meter.

…nn Verf. Burgstr. Berlin.

Fig. 1. Längenschnitt

Fig. 3. …

Fig. 2. Grundriss.

Fig. 4. Quers…

Schälmas…

M. Schoenflies:

Die Herstellung der schwedischen Zündhölzer.

Abschlagmaschine.

Fig 5. Grundriss.

Fig 6. Längenschnitt

Fig 7. Vorderansicht.

chine.

Lith. Anst. v. W. Loeillot, Berlin.

Fig. 1. Längenschnitt.

Fig. 4. Einlegerahmen.

Fig. 2. Grundriss.

Fig. 5.

M. Schoenflies:

Die Herstellung der schwedischen Zündhölzer.

Einlegemaschine.

[Fig. 1 bis 4.]

[1/10 nat. Gr.]

Fig. 5.

Fig. 7.

Fig. 6.

Schleifmaschine.

[Fig. 5 bis 7.]

[1/15 nat. Gr.]

Fig. 1 Schnitt nach J K (Fig. 3)

Fig. 2 Schnitt nach A B (Fig. 3)

Fig. 3 Grundriss

Helling:

Pendeluhr mit selbstthätiger Aufziehvorrichtung.

Fig 4 Schnitt nach GH Fig 3

a b c e f g h i m r v w G J

Helling:

Pendeluhr mit selbstthätiger Aufziehvorrichtung

Fig. 1 Seitenansicht

Fig. 2
Schnitt nach C D
(Fig. 3 Taf. XVI.)

Fig. 3
Schnitt nach E F.
(Fig. 3 Taf. XVI.)

Fig. 1.
Schnitt nach a b
[Fig. 2.]

Fig. 4.
Vorderansicht

Fig. 5.
Schnitt nach a b.
[Fig. 6.]

Fig. 3.
Vorderansicht.

L. Finckbein:

Schiffs-Dampfkessel

mit Ueberhitzer

des Trajectdampfers

„Bingerbrück"

der Rhein Nahe u.

Nassauischen Staatsbahn.

Fig. 6.
Schnitt nach c d.
[Fig. 4.]

a

b

Dampfkessel
des
Trajectbootes „Rüdesheim".
[Fig. 1 bis 3]

Dampfkessel
für das
Trajectboot „Bingerbrück".
[Fig. 4 bis 6]

No 1
Füllung 1,5 - 1,6 Zehntel
Dampfspannung 6 K

Schwungrad mit Bremsband

Fig 4 + 5 1/25 nat Gr.

Fig 4

Fig 5

Fig 1 Längenschnitt

Steuerung der Maschine.

H. Blecher:

Bremsversuche mit einer liegenden Dampfmaschine.

Karl Pfister: Spi

Fig. 1. Längenschnitt.

Fig. 3. Grundriss.

lglas-Polirmaschine.

Fig. 2. Stirnansicht.

Fig. 4. Querschnitt.

Lith. Anst. v. W. Loeillot in Berlin.

Steuerung des Förderzwillings
auf Schacht I
der Königl. Steinkohlengrube Jägersfreude.

1/10 nat. Gr.

f o p n h c b d e a r k m i g

I

b a c

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

30 m/m 25 20 15 10 5

III

b Gegendampf c

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

W. Gerhard:

pansionsvorrichtung für Ventilsteuerung bei Fördermaschinen.

V

Atm. Linie

VI

VII

VIII

II

Gegen-dampf.

Lith. Anst. v. W. Loeb...

H. Fischer: Hydraulischer Widder.

Fig 1 Ansicht Fig 1 bis 3 ⅕ nat. Gr. Fig. 2 Durchschnitt.

Fig 3

Fig 10

Alex. Dieterich: Gestängeverbindungen.

Fig 4 bis 13 ⅕ nat. Gr.

Fig 11

Fig. 6

Fig. 8

Fig. 12

Fig. 1.

Fig. 2.

Herrmann's Rechenknecht

PATENT

AACHEN

WIESENTHAL & Cie

Lith. Anst. v. W. Loeillot in Berlin

Jacob Faber:

Luftcompressions-Maschine mit Dampfbetrieb.

Fig 1
Längenschnitt.

Fig 2
Seitenansicht.

Fig 3. Regulator.

Verdampfungs

Fig. 6
Querschnitt vor dem Rost

Fig. 7. Querschnitt hinter der Feuerbrück.

Fig. 5 Horizontalschnitt

Maſsstab 1/50 nat. Gr.

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 1 2 3 4 Meter

Karl Teichmann:

…rsuche mit einem Dampfkessel, System Ten-Brink.

Heizfläche 80 Quadratmeter.

Lith. Anst. v. W. Loeillot in Berlin.

Seitliche Eisenbahnwagen-Kuppelungen.

Fig. 1.

Fig.

l

c

d

a

b

l

a

b

No. 23.

Stollberg u. Gebr. Halle, Weimar.

[Fig 1 bis 5]

l

Fig. 3.

a

c

Fig. 4

Maſsstab 1/16 nat. Gr.

10 5 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180

Fig. 6

Fig. 7.

No. 6.

Richter, Berlin.

[Fig. 6 u. 7]

Fig. 5.

No 1. Bing, Riga.

[Fig. 8 u. 9]

1/10 nat. Gr.

Fig. 8.

Fig. 9.

Lith. Anst. v. W. ... Berlin.

№ 12.

Gebr. Dopp, B…

[Fig. 1 bis 7]

Seitl…

Eisenbahnwage…

№ 4. L. Be…

Fig. 10

Ruhelage.

Reserve Kuppelung.

Fig. 11.

№ 14.

C. Steinhaus, Cabel.

[Fig. 10 u. 11]

erlin.

Fig. 12.

iche

n-Kuppelungen.

cker. Wien.

Fig. 13

№ 18.

G. Schöbl,

Mariaschein.

[Fig. 12 bis 14]

Nat. Gr.

Lith. Anst. v. Wilh. ... in Berlin.

Seitliche Eisenbahnwagen-Kuppelungen.

No. 19.
Hambruch, Berlin.
[Fig. 1 u. 2.]

Fig. 1.

Fig. 2.

No. 8. Zinauer, Wien.
[Fig. 3 bis 7.]

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

No. 13.
C. Kesseler, Greifswald.
[Fig. 8 bis 11.]

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

Maßstab = 1/10 nat. Gr.

Fig. 12.

Fig. 13.

No 10.
Gassebner, Wien.
[Fig. 12 bis 14]

Fig. 14.

Fig. 15.

Fig. 16.

No 9.
W. Oesterwitz & Schramm, Guben.
[Fig. 15 bis 19]

Fig. 17.

Fig. 18.

Fig. 19.

Fig. 18 u. 19
1/3 nat. Gr.

Lith. Anst. v. W. ... Berlin